

75



PCT
WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

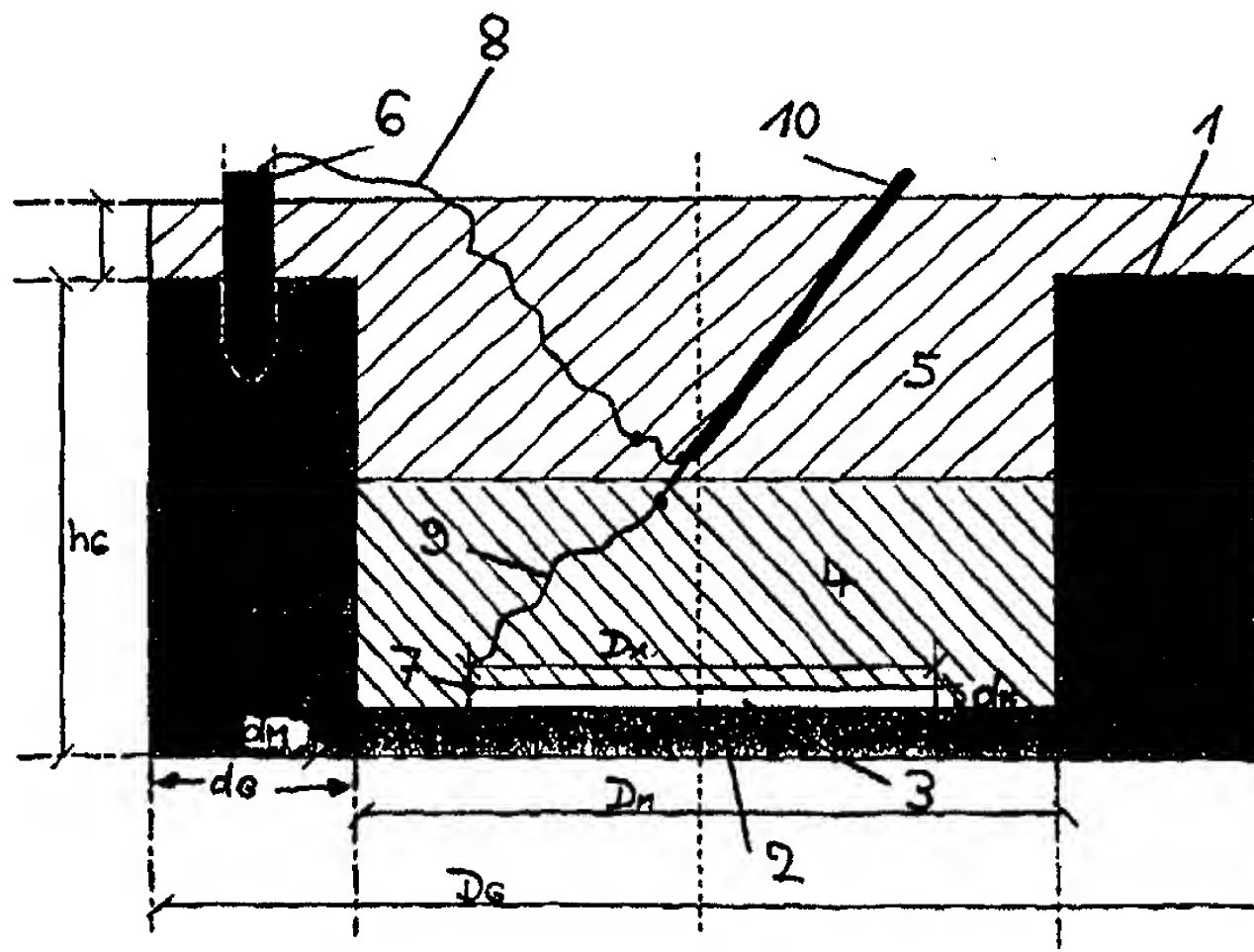
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : G10K 9/122		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/30313
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 17. Juni 1999 (17.06.99)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03297 (22) Internationales Anmeldedatum: 3. November 1998 (03.11.98) (30) Prioritätsdaten: 197 54 891.1 10. Dezember 1997 (10.12.97) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POTAPOV, Vladimir [US/US]; Robert-Koch-Strasse 23, D-66386 St. Ingbert (US). SCHÖN, Uwe [DE/DE]; Wiebelskircher Strasse 14, D-66540 Neunkirchen (DE). HAHN, Thomas [DE/DE]; Rhodter Strasse 8, D-66386 St. Ingbert (DE). (74) Anwalt: HENKEL, FEILER & HÄNZEL; Möhlstrasse 37, D-81675 München (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.	

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER WITH A CUP-SHAPED SUPPORT

(54) Bezeichnung: ULTRASCHALLWANDLER MIT TOPFFÖRMIGER HALTERUNG

(57) Abstract

Disclosed is an ultrasonic transducer that can be used as a transmitter and a receiver in pulse echo applications, especially in automobiles, to detect objects inside the automobile, i.e. for controlling air bag ignition during an accident. The inventive ultrasonic transducer comprises a membrane (2) with a piezoelectric plate (3) on the back thereof. The diameter of the piezoelectric plate (3) is 60 % - 85 % the diameter of the membrane (2). A material (4) made of a soft open cell material is foamed on the back of the main surface of the membrane (2). Advantageous features with respect to the sensitivity and the mechanical quality of the transducer are obtained by foaming said material. The cited ratio between the diameter of the piezo ceramic element (3) and the membrane (2) provides a large aperture angle of the sound radiation when said foamed material is used.



(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, insbesondere im Kfz-Bereich zur Objekterkennung innerhalb des Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls. Der erfindungsgemässe Ultraschallwandler weist eine Membran (2) mit einer rückseitig angebrachten piezoelektrischen Scheibe (3) auf. Der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe (3) beträgt zwischen 60 % und 85 % der Durchmesser der Membran (2). Auf die rückseitige Hauptfläche der Membran (2) ist ein Stoff (4) aus offenzelligem, weichem Material aufgeschäumt. Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik (3) und der Membran (2) führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem grossen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

ULTRASCHALLWANDLER MIT TOPFÖRMIGER HALTERUNG

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, bei denen das Übertragungsmedium für die Schallwelle Luft ist.

5

Ein besonderes Einsatzgebiet des Ultraschallwandlers als Sensor betrifft den Kfz-Bereich. Hier besteht ein Bedarf an Wandlern zur Objekterkennung innerhalb eines Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls.

10

Auf dem Markt sind bereits zahlreiche Ultraschallwandler für derartige Anwendungen erhältlich. Als besonders effektive Schwingungsmode des Wandlers hat sich hierbei die Biegeschwingung einer Membran gezeigt. Zur Schwingungserzeugung wird eine runde Piezokeramikscheibe zentrisch auf die Rückseite einer Membran aufgeklebt. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes wird die Keramik zu radialen Schwingungen angeregt. Aufgrund einer steifen Klebeverbindung mit der Membran ergibt sich eine Biegeschwingung des Gesamtsystems. Auf der Rückseite der

15

20

Membran ist weiterhin ein Stück Schaumstoff zur Dämpfung der Schwingung vorgesehen.

Die Parameter der Ultraschallschwingung werden durch die elastischen und sonstigen mechanischen Eigenschaften des Gesamtsystems bestimmt. Hierbei haben die elastischen
5 Eigenschaften der verwendeten Materialien und die geometrischen Abmessungen der eingesetzten Komponenten einen Einfluß auf die Resonanzfrequenz, den Öffnungswinkel der Schallkeule, die Güte der Schwingung und die Empfindlichkeit
10 des Sensors.

Eine Vielzahl von Einflußfaktoren, die sich auch gegenseitig beeinflussen, bestimmt daher die physikalischen Wandlereigenschaften.

15 Im obigen Anwendungsfall zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls werden Eigenschaften des Wandlers gefordert, die in dieser Weise bisher von keinem der bekannten Wandler erfüllt werden. Die am Markt erhältlichen Wandler weisen stets einen oder mehrere der folgenden
20 Nachteile auf, so z.B. eine zu geringe Empfindlichkeit, einen zu kleinen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung, keine geschlossene Gehäuseform, keine ausreichende Widerstandsfähigkeit bezüglich mechanischer Einwirkung von außen, eine zu große mechanische Güte. Weiterhin sind sie
25 häufig zu aufwendig in der Funktionsweise und somit fertigungstechnisch schwer realisierbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Ultraschallwandler und ein Verfahren zu seiner Herstellung
30 anzugeben, der bei einem großen Öffnungswinkel eine hohe Empfindlichkeit bei möglichst geringer Güte aufweist. Der Wandler soll weiterhin in einem robusten, widerstandsfähigen

Gehäuse ausführbar und in großen Stückzahlen günstig herstellbar sein.

Die Aufgabe wird mit dem Ultraschallwandler und dem
5 Verfahren gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Ultraschallwandlers
und des Verfahrens zu seiner Herstellung sind Gegenstand der
Unteransprüche.

10 Erfindungsgemäß wird ein Ultraschallwandler
vorgeschlagen, bei dem eine Membran in einer Halterung
angeordnet und eine piezoelektrische Scheibe auf einer
rückseitigen Hauptfläche der Membran aufgebracht ist. Der
Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe beträgt zwischen
15 60% und 85% des Durchmessers der Membran. Auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran ist ein erster Stoff aufgeschäumt.
Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders
vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich
Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das
20 angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der
Piezokeramik und der Membran führt bei aufgeschäumtem Stoff
zu einem großen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

Die Halterung des Ultraschallwandlers, die gleichzeitig
25 das Gehäuse bildet, kann zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material, beispielsweise Aluminium oder einer
Aluminiumlegierung (z.B. AlCuMgPb), kostengünstig gefertigt
werden. Durch eine Halterung, die mit der Membran eine
topfförmige Struktur bildet, läßt sich somit ein robuster,
30 gegen mechanische Einwirkung von außen ausreichend
widerstandsfähiger Wandler bereitstellen. Der Wandler kann
mit einfachen Verfahren, beispielsweise durch ein
Fließpreßverfahren hergestellt werden und erfüllt daher die

Anforderungen an eine kostengünstige Fertigung in hohen Stückzahlen.

Insbesondere die Dicke und der Durchmesser der Keramik, die Dicke und der Durchmesser der Membran sowie die Gesamthöhe des Aluminiumgehäuses beeinflussen wesentlich die Eigenschaften des Wandlers. So ist die Mittenfrequenz f des Ultraschallwandlers proportional zum Verhältnis von quadratischem Membrandurchmesser D_M^2 und Membrandicke d_M . Die Keramikdicke d_K wiederum ist proportional der Mittenfrequenz f , wobei der Zusammenhang vom jeweiligen Design abhängt. Die Empfindlichkeit und die damit zusammenhängende mechanische Güte der Schwingung ist außerdem durch das Material auf der Rückseite der Keramik (erster Stoff) beeinflußbar.

Ein spezieller Ultraschallwandler für die Anwendung zur Objekterkennung innerhalb eines Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls, arbeitet bei einer Mittenfrequenz von 70 kHz. Bei dieser Frequenz soll der Öffnungswinkel der 6dB-Schallkeule möglichst groß sein. Bei einem solchen System besteht die Forderung, daß alle wesentlichen Objekte mit den verschiedenen Oberflächenstrukturen und Materialien ein detektierbares Echo-Signal in Richtung des Wandlers zurückreflektieren. Die Empfindlichkeit des Wandlers muß also möglichst hoch sein.

Besonders vorteilhaft erweist sich für diese Anwendung erfindungsgemäß ein Wandler mit einem Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, einer Membrandicke 0.83 ± 0.02 mm und einer Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm.

Weiterhin wird bei einem solchen Wandler eine zylinderförmige Halterung mit einer Wandstärke von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von beispielsweise 6.83 mm eingesetzt.

Es versteht sich jedoch von selbst, daß auch kleinere oder größere Höhen der Halterung durchaus möglich sind.

Der entwickelte Sensor fügt sich ohne weitere Änderungen
5 der Ansteuerungselektronik in ein bestehendes
Besetzttdetektionssystem in einem Kfz ein.

Der erste, rückseitig auf die Membran aufgeschäumte
Stoff besteht vorzugsweise aus offenzelligem, weichem
10 Material, beispielsweise Polyurethanschaum oder
Silikonschaum.

Besonders vorteilhafte Wandlereigenschaften werden
hierbei mit Polyurethanschaum mit einer Stauchhärte (DIN
53577) von < 9 kPa und einem akustischen Verlustfaktor (DIN
15 53426) von < 1.0 erzielt.

In einer besonderen Ausführungsform wird als
piezoelektrische Scheibe eine Piezokeramik mit einer
relativen Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einem radialen
20 elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und einer
mechanischen Güte von < 300 eingesetzt.

Bei der Fertigung des erfindungsgemäßen
Ultraschallwandlers wird zunächst eine topfförmige Halterung
25 aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden eine
Membran bildet, beispielsweise mittels eines
Fließpreßverfahrens hergestellt. Auf die Rückseite der
Membran wird eine piezoelektrische Scheibe aufgeklebt, um
einen mechanischen und elektrischen Kontakt zur Membran
30 herzustellen. Auf die piezoelektrische Scheibe wird ein Ende
eines dünnen Drahtes aufgelötet. Schließlich wird ein erster
Stoff in der topfförmigen Halterung auf die Rückseite der

Membran aufgeschäumt, so daß Membran und piezoelektrische Scheibe von dem Stoff vollständig bedeckt sind.

5 Der erfindungsgemäße Ultraschallwandler ist selbstverständlich auch für andere Luft-Ultraschall-Anwendungen, die ähnliche Randbedingungen an die wesentlichen Wandlereigenschaften vorgeben, beispielsweise für
10 Abstandsmessungs- oder Positionserfassungssysteme, hervorragend geeignet. Aufgrund der breiten Schallkeule eignet sich der Sensor in besonderem Maße zur Raumüberwachung.

15 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert, in denen

20 Fig. 1 ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen Wandler im Querschnitt,

 Fig. 2 den Wandler aus Figur 1 in Rückansicht ohne den ersten Stoff (4) und den zweiten Stoff (5),

25 Fig. 3 den Wandler aus Figur 1 in Rückansicht vollständig, und

 Fig. 4 den Wandler aus Figur 1 in Vorderansicht zeigen.

30

 Anhand der Figuren 1 und 2 wird nun eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung erläutert.

Fig. 1 zeigt den Wandler gemäß einer bevorzugten Ausführungsform im Querschnitt. Der Wandler besteht aus einem zylinderförmigen Aluminiumgehäuse (1). Den Boden des Gehäuses bildet eine Aluminium-Membran (2). Das Aluminiumgehäuse des Wandlers wird als Drehteil hergestellt. Eine Piezokeramikscheibe (3), beispielsweise aus einer PZT-5H-Keramik, wird mit einem dünnflüssigen Kleber mit Druck in den Aluminiumtopf (auf die Rückseite der Membran (2)) konzentrisch eingeklebt. Eine Elektrode der Keramik, die auf die Membranfläche geklebt wird, hat über die Membran elektrischen Kontakt zum Aluminiumgehäuse (1). Die Masseverbindung wird durch einen Kupferstift (6) gewährleistet, der in das Aluminiumgehäuse getrieben wird. Bei Fertigung großer Stückzahlen kann zur Massekontaktierung auch ein anderes Verfahren gewählt werden. Der Kupferstift ist über einen dünnen Draht (8) mit einem Kabel (10) verbunden, das den Wandler mit der Ansteuerelektronik verbindet. Die andere Elektrode der Keramik (3) wird über einen Lötunkt (7) am Rand der Keramik mit einem weiteren dünnen Draht (9) verbunden. Durch das Anbringen des Lötunktes (7) am Rand der Keramik wird der Einfluß auf die Schwingungseigenschaften des Systems minimiert. Der Draht (9) zwischen Keramikelektrode und Kabel (10) muß sehr leicht sein, um einen weiteren Einflußfaktor auf die Schwingungseigenschaften des Systems zu vermeiden.

Eine Rückansicht des Sensors mit Aluminiumgehäuse (1), Aluminium-Membran (2), eingeklebter Keramikscheibe (3), Lötunkt (7) und Masse-Kontaktierung (6) ist Figur 2 zu entnehmen.

Der gewählte Membrandurchmesser erzeugt den gewünschten Öffnungswinkel (hier: $>45^\circ$ bei einem lateralen 3dB Schalldruckabfall; $>55^\circ$ bei einem lateralen 6dB Schalldruckabfall) und ist auf das Gesamtschwingungssystem

abgestimmt, um die Biegeschwingung effektiv zu erzeugen. Bei dem beispielhaften System wurden die Abmessung der Gesamtgehäusehöhe, sowie Dicke und Durchmesser der Keramikscheibe bezüglich des Schwingungsverhaltens des Systems optimiert. Die Dicke der Keramik hat dabei einen geringeren Einfluß auf das Schwingungsverhalten als der Durchmesser.

Im vorliegenden Beispiel weisen die Komponenten des Ultraschallwandlers (Sensors) folgende Abmessungen auf:

	Dicke der Gehäusewandung d_G :	2,85 mm
	Höhe der Gehäusewandung h_G :	6,83 mm
	Durchmesser des Gehäuses D_G :	14,55 mm
	Durchmesser der Membran D_M :	8,85 mm
15	Dicke der Membran d_M :	0,83 mm
	Durchmesser der Keramikscheibe D_K :	6,75 mm
	Dicke der Keramikscheibe d_K :	0,26 mm

Dabei sind alle geometrischen Abmessungen der beteiligten Komponenten genau einzuhalten, um ein unter allen Aspekten optimiertes System für genannten Anwendungsfall zu erhalten.

Ein wesentlicher Parameter des Sensors ist die mechanische Güte. Der rückseitig aufgeschäumte erste Stoff (4) bestimmt die Dämpfung der Membranschwingung. Ebenso kann die Wandstärke des Topfes eine Rolle spielen. Die elastischen Eigenschaften des ersten Stoffes (4) beeinflussen das Resonanzverhalten nur in geringerem Maße und erlauben durch Einsatz von Materialien unterschiedlicher Dämpfung eine bessere Möglichkeit, die mechanische Güte des Wandlers einzustellen.

- Ein weiterer, rückseitig auf den ersten Stoff (4) aufgebracht zweiter Stoff (5) dient dazu, die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der Richtung der abstrahlenden Membran zu verhindern und ist in seinem Einfluß auf das Resonanzverhalten des Gesamtsystems abgestimmt. Das Material des zweiten Stoffes (5) ist ein Polyurethan und erfüllt außerdem die Aufgabe, den Übergang zwischen dem sehr leichten Draht, der die Elektroden kontaktiert, und dem schwereren Anschlußkabel zu sichern.
- Das Ausmaß der Bedeckung der Membran bzw. der Ausfüllung des Aluminiumgehäuses durch die ersten und zweiten Stoffe (4,5) können Figur 1 entnommen werden. Im Beispiel beträgt der Abstand des oberen Randes des zweiten Stoffes (5) vom oberen Rand der Gehäusewandung (1) 1,17 mm.
- Die Figuren 3 und 4 zeigen schließlich noch eine Rückansicht und eine Vorderansicht des vollständigen Ultraschallwandlers.

Patentansprüche

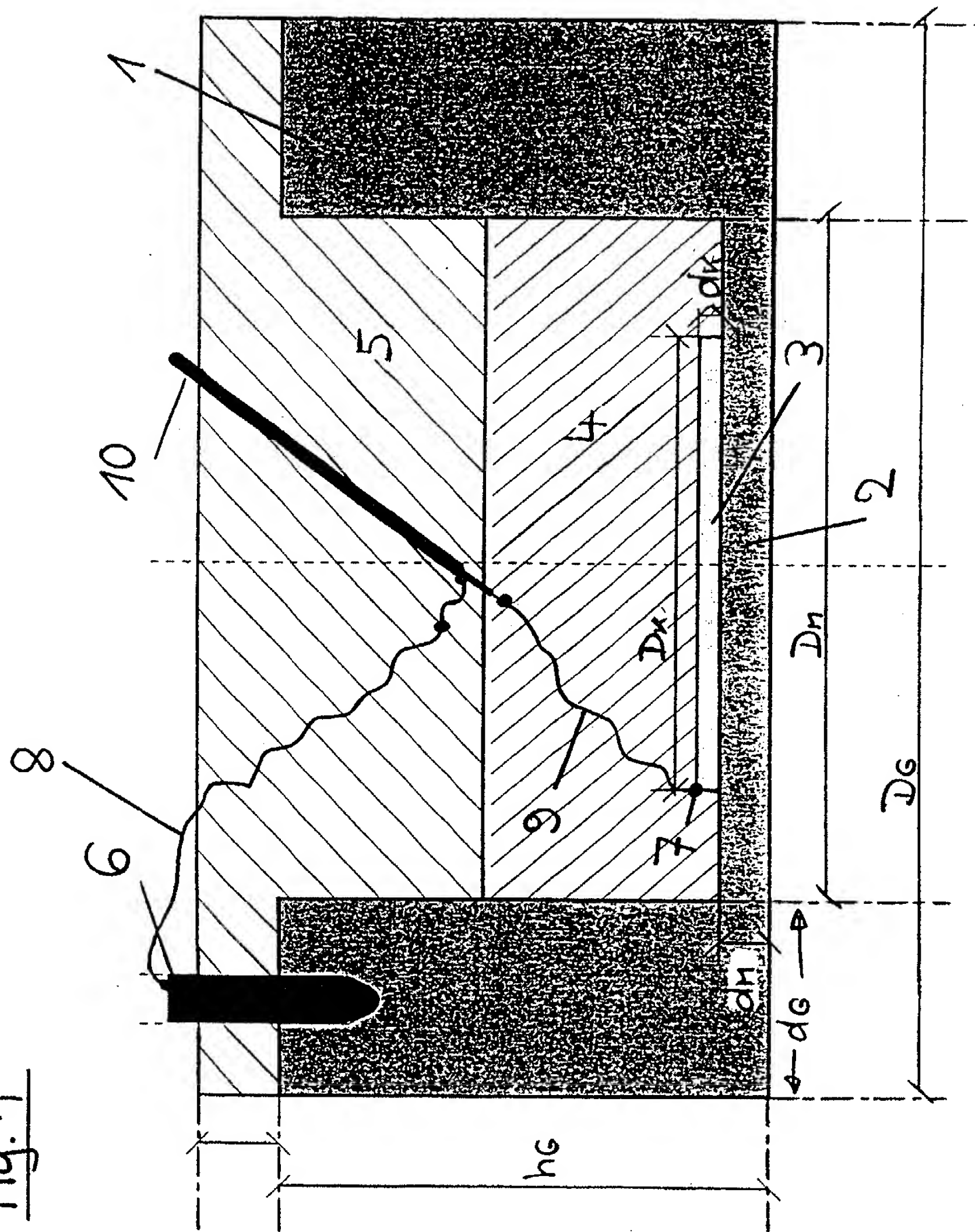
1. Ultraschallwandler, insbesondere für den Einsatz als
Sender und Empfänger in Puls-Echo Anwendungen, bei dem
5 eine Membran in einer Halterung angeordnet und eine
piezoelektrische Scheibe auf einer rückseitigen
Hauptfläche der Membran aufgebracht ist,
wobei der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe
zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran
10 beträgt, und ein erster Stoff auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran aufgeschäumt ist.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Halterung zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material gefertigt ist.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß das Material Aluminium oder eine Aluminiumlegierung
ist.
4. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Halterung mit der Membran eine topfförmige
Struktur bildet.
5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß zur Erzeugung einer Mittenfrequenz von 70 kHz der
Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, die Membrandicke 0.83 ± 0.02 mm und die Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm betragen.

6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zylinderförmige Halterung mit einer Wandstärke
von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von ca. 6 mm
eingesetzt wird.
7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die piezoelektrische Scheibe auf die Membran
aufgeklebt ist.
8. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die piezoelektrische Scheibe eine Piezokeramik ist.
9. Ultraschallwandler nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Piezokeramik eine relative
Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einen
elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und eine
mechanische Güte von < 300 aufweist.
10. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus offenzelligem, weichem Material
besteht.
11. Ultraschallwandler nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus Polyurethanschaum oder
Silikonschaum besteht.

12. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus Polyurethanschaum mit einer
Stauchhärte von < 9 kPa und einem akustischen
Verlustfaktor von < 1.0 besteht.
13. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf dem ersten Stoff ein zweiter Stoff vorgesehen
ist.
14. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine erste Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
über die Membran und die Halterung mit Masse verbunden,
und eine zweite Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
über einen dünnen am Rand der Scheibe angelöteten Draht
kontaktiert ist.
15. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit
folgenden Verfahrensschritten:
Herstellung einer topfförmigen Halterung aus Aluminium
oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden eine Membran
bildet,
Aufkleben einer piezoelektrischen Scheibe auf die
Rückseite der Membran, so daß ein mechanischer und
elektrischer Kontakt zur Membran hergestellt wird,
Auflöten eines Endes eines dünnen Drahtes auf die
piezoelektrische Scheibe,
Aufschäumen eines ersten Stoffes in der topfförmigen
Halterung auf die Rückseite der Membran, so daß Membran
und piezoelektrische Scheibe von dem Stoff vollständig
bedeckt sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf den ersten Stoff ein zweiter Stoff aufgebracht
5 wird, der die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der
gewünschten Richtung der abstrahlenden Membran
verhindern soll.

Fig. 1



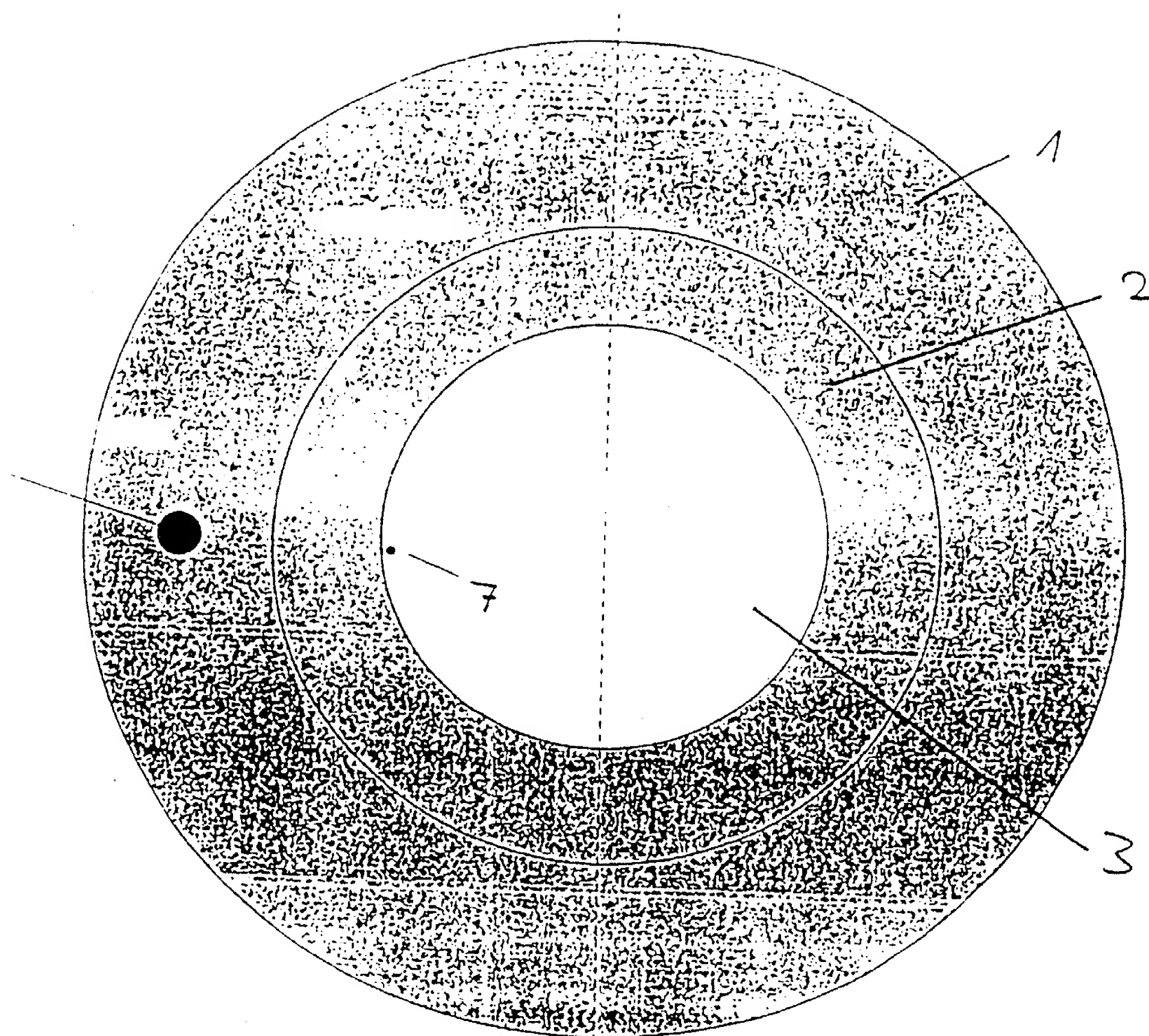


Fig. 2

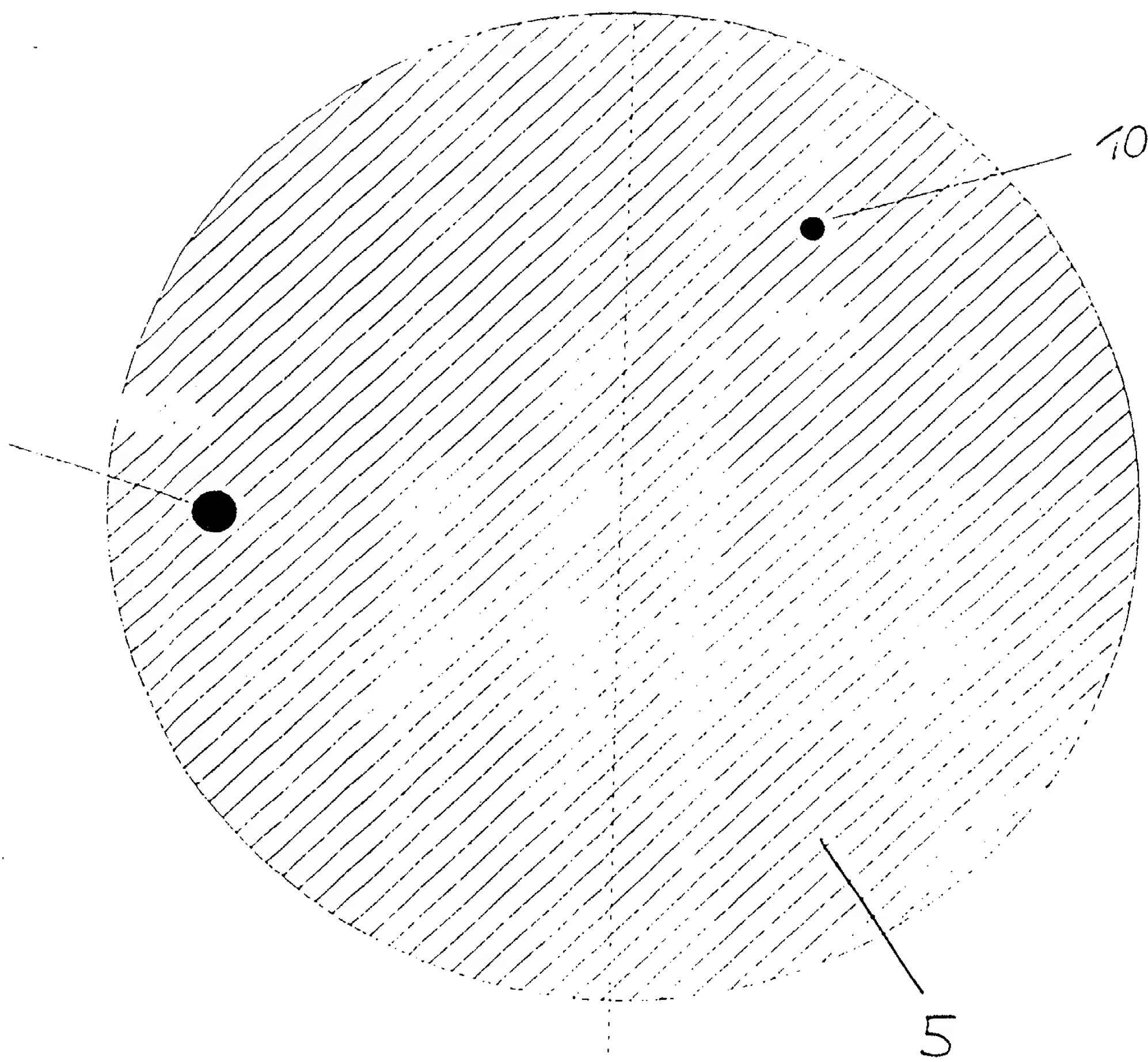


Fig. 3

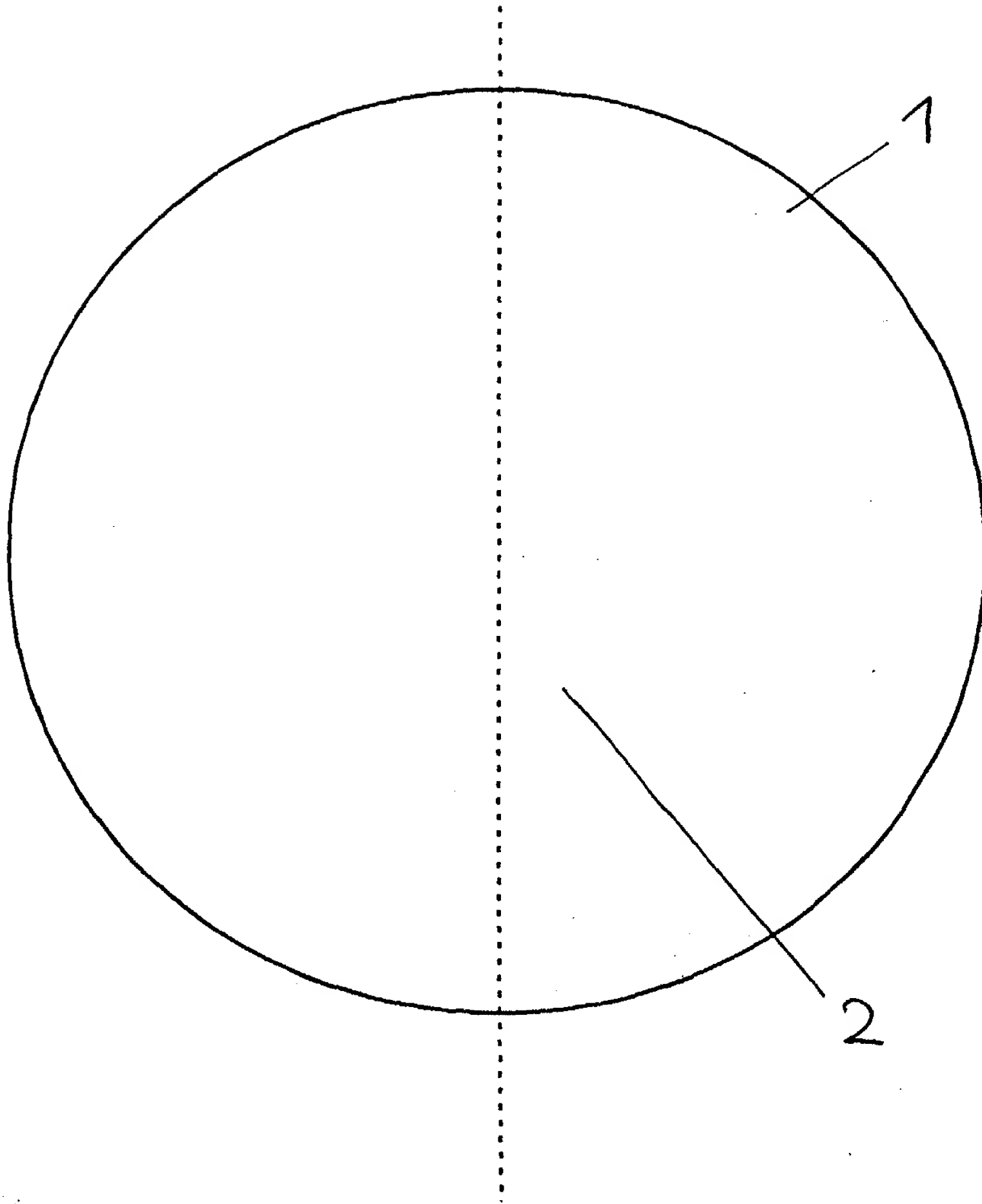


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/03297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G10K9/122

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 01 656 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 24 July 1997 see column 3, line 3 - line 21; figure 1 ---	1-4, 7, 13-16
A	DE 34 41 684 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 15 May 1986 see page 5, line 1 - line 9 see page 5, line 27 - line 31; figure 1 ---	1-5, 8, 10, 13-16
A	US 5 648 697 A (PIRRUNG JURGEN ET AL) 15 July 1997 see column 2, line 42 - line 53; figure 1 -----	1-4, 10, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 1999

Date of mailing of the international search report

13/04/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

Original Application No

PCT/DE 98/03297

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19601656 A	24-07-1997	WO 9726646 A	24-07-1997
DE 3441684 A	15-05-1986	NONE	
US 5648697 A	15-07-1997	DE 4329055 A	02-03-1995
		DE 59407812 D	25-03-1999
		WO 9506937 A	09-03-1995
		EP 0715755 A	12-06-1996

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 98/03297

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G10K9/122

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G10K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 01 656 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 24. Juli 1997 siehe Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 21; Abbildung 1	1-4,7, 13-16
A	DE 34 41 684 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 15. Mai 1986 siehe Seite 5, Zeile 1 - Zeile 9 siehe Seite 5, Zeile 27 - Zeile 31; Abbildung 1	1-5,8, 10,13-16
A	US 5 648 697 A (PIRRUNG JURGEN ET AL) 15. Juli 1997 siehe Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 53; Abbildung 1	1-4,10, 13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. April 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/04/1999

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03297

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19601656	A	24-07-1997	WO	9726646 A	24-07-1997
DE 3441684	A	15-05-1986	KEINE		
US 5648697	A	15-07-1997	DE	4329055 A	02-03-1995
			DE	59407812 D	25-03-1999
			WO	9506937 A	09-03-1995
			EP	0715755 A	12-06-1996

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation⁶ :

G10K 9/122

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/30313

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

17. Juni 1999 (17.06.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03297

(22) Internationales Anmeldedatum: 3. November 1998 (03.11.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 54 891.1

10. Dezember 1997 (10.12.97)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leonrodstrasse 54, D-80636 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POTAPOV, Vladimir [US/US]; Robert-Koch-Strasse 23, D-66386 St. Ingbert (US). SCHÖN, Uwe [DE/DE]; Wiebelskircher Strasse 14, D-66540 Neunkirchen (DE). HAHN, Thomas [DE/DE]; Rhodter Strasse 8, D-66386 St. Ingbert (DE).

(74) Anwalt: HENKEL, FEILER & HÄNZEL; Möhlstrasse 37, D-81675 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER WITH A CUP-SHAPED SUPPORT

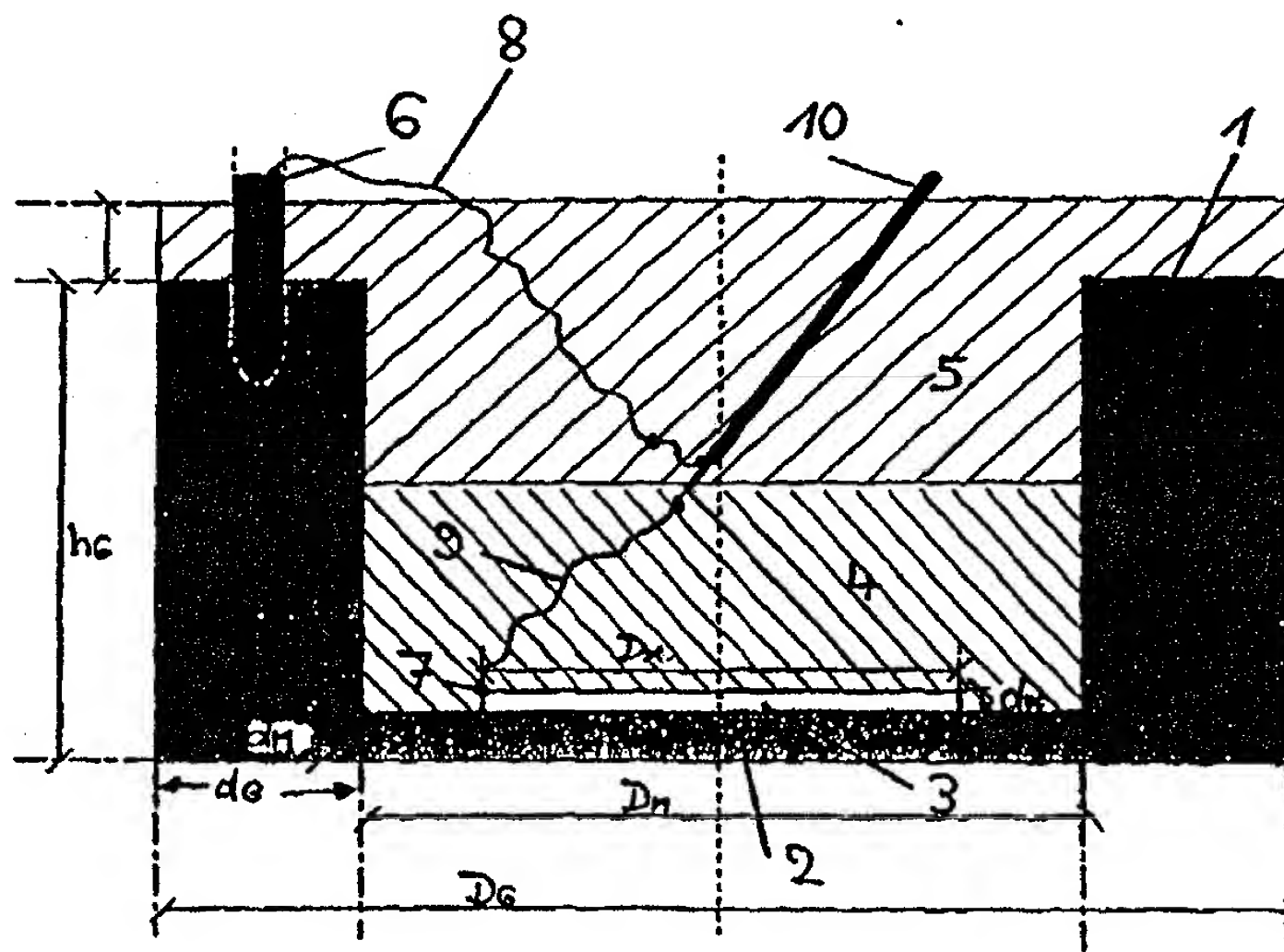
(54) Bezeichnung: ULTRASCHALLWANDLER MIT TOPFFÖRMIGER HALTERUNG

(57) Abstract

Disclosed is an ultrasonic transducer that can be used as a transmitter and a receiver in pulse echo applications, especially in automobiles, to detect objects inside the automobile, i.e. for controlling air bag ignition during an accident. The inventive ultrasonic transducer comprises a membrane (2) with a piezoelectric plate (3) on the back thereof. The diameter of the piezoelectric plate (3) is 60 % - 85 % the diameter of the membrane (2). A material (4) made of a soft open cell material is foamed on the back of the main surface of the membrane (2). Advantageous features with respect to the sensitivity and the mechanical quality of the transducer are obtained by foaming said material. The cited ratio between the diameter of the piezo ceramic element (3) and the membrane (2) provides a large aperture angle of the sound radiation when said foamed material is used.

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, insbesondere im Kfz-Bereich zur Objekterkennung innerhalb des Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls. Der erfindungsgemässe Ultraschallwandler weist eine Membran (2) mit einer rückseitig angebrachten piezoelektrischen Scheibe (3) auf. Der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe (3) beträgt zwischen 60 % und 85 % der Durchmesser der Membran (2). Auf die rückseitige Hauptfläche der Membran (2) ist ein Stoff (4) aus offenzelligem, weichem Material aufgeschäumt. Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik (3) und der Membran (2) führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem grossen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/03297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 G10K9/122

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
A	DE 196 01 656 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 24 July 1997 see column 3, line 3 - line 21; figure 1	1-4, 7, 13-16
A	DE 34 41 684 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 15 May 1986 see page 5, line 1 - line 9 see page 5, line 27 - line 31; figure 1	1-5, 8, 10, 13-16
A	US 5 648 697 A (PIRRUNG JURGEN ET AL) 15 July 1997 see column 2, line 42 - line 53; figure 1	1-4, 10, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 1999

Date of mailing of the international search report

13/04/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03297

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19601656 A	24-07-1997	WO 9726646 A	24-07-1997
DE 3441684 A	15-05-1986	NONE	
US 5648697 A	15-07-1997	DE 4329055 A	02-03-1995
		DE 59407812 D	25-03-1999
		WO 9506937 A	09-03-1995
		EP 0715755 A	12-06-1996

International Preliminary Examining Report of 20/12/99

-
1. This internal preliminary examining report is issued by the Office assigned therewith and is forwarded to the applicant in accordance with Article 36.
 2. This REPORT comprises all told 5 pages including the cover page.

Moreover. The report is accompanied by ENCLOSURES; these are pages with specification, claims and/or drawings which were altered and are the basis of this report, and/or pages with amendments made before this authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Guidelines for PCT)

These enclosures comprise all told 7 pages.

-
- | | | |
|---|---|---|
| I | X | Basis of the report |
| V | X | Reasoned opinion to according Rule 66.2a)ii) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof |

I. Basis of the Report

1. This report was drawn up on the basis (replacement pages filed upon request by the Office according to Article 14 shall be considered within the scope of this report as "originally filed".)

Specification, Pages:

1,4-9 original version

2,3,3a filed on 05/11/1999 with a letter of 25/06/1999

Claims, Nos.:

1-16 filed on 05/11/1999 with a letter of 25/06/1999

Drawings, pages:

1/4-4/4 original version

- V. Reasoned opinion to according Rule 35(2) regarding novelty, inventive step and commercial applicability: documents and explanation in support thereof

1. Opinion

Novelty (N)	Yes: Claims 1-16
Inventive step (IS)	Yes: Claims 1-16
Commercial applicability (CA)	Yes: Claims 1-16

2. Documents and Explanations
see accompanying page

**INTERNATIONAL PRELIMINARY REPORT
ACCOMPANYING PAGE**

Reasoned Opinion

1. Reference is made to the following documents:

D1: DE-A-34 41 684

2. Document D1 is considered the closest state of the art for the subject matter of claim 1 and discloses the following features of the claim (the reference numbers in brackets refer to this document).

An ultrasonic transducer having a membrane (13) and a piezoelectric disk (14) placed on the main surface of the rear side of said membrane, with the diameter of said piezoelectric disk being almost 100% (see page 6, first paragraph) of the diameter of the membrane, and a first foamed material (15) is placed on the main surface of the rear side of the membrane.

The subject matter of claim 1 is therefore new (Article 33(2)PCT).

2.1 The object to be solved with the present invention is therefore to be considered in improving the properties of the transducer.

2.2 The solution proposed in claim 1 of the present application is based on inventive step for the following reasons (Article 33(3)PCT):

Document D1 does not indicate how to alter the geometry of the transducer in order to realize an improvement. According to the specification, the improvement of the properties of the transducer is indicated by the claimed features.

2.3 Claims 2 to 14 are dependent on claim 1 and therefore also fulfill the PCT requirements with regard to novelty and inventive step.

3. The independent process claim 15 and its dependent claim 16 comply with the process steps to create the new and inventive device according to claim 1 and therefore also fulfills the EPU requirements.

Altered page 2

whole system. In addition, a piece of foamed material for dampening the vibration is provided on the rear side of membrane.

DE-A-34 41 684 discloses an ultrasonic transducer according to the generic part of claim 1, in which the diameter of the piezoceramic is almost 100% of the diameter of the membrane and a foamed material is placed on the rear side of the piezoceramic disk, which however is not completely covered by the foamed material.

The parameters of the ultrasonic vibration are determined by the elastic and other mechanical properties of the overall system. The elastic properties of the employed materials and the geometric dimensions of the employed components influence the resonance frequency, the aperture angle of the sound lobe, the quality Q of the vibration and the sensitivity of the sensor.

A multiplicity of influential factors that influence each other therefore determines the physical properties of a transducer.

In the above application for controlling airbag triggering during an accident, transducer properties are required that have never been fulfilled in this manner by any of the known transducers. The transducers available on the market all have one or more of the following drawbacks, thus for example too little sensitivity, too small a sound emission aperture angle, no closed form of encasement, insufficient resistance to outside mechanical influences, too high a

Altered page 3

mechanical quality Q . Furthermore, they are often too complicated in operation and therefore too difficult to produce.

Therefore, the object of the present invention is to provide an ultrasonic transducer and a process for its fabrication, which has great sensitivity while having a low quality Q as possible and having a large aperture angle. Moreover, it should be possible to execute the transducer in a robust, sturdy encasement and produce it in large piece numbers.

This object is solved with the ultrasonic transducer and the process according to the features of claims 1 and 15. Advantageous embodiments of the ultrasonic transducer and the process for its fabrication are the subject matter of the subclaims.

A key element of the present invention is that an ultrasonic transducer is proposed in which a membrane is disposed in a holding means and a piezoelectric disk is placed on a main surface of the rear side of the membrane. The diameter of the piezoelectric disk is between 60% and 85% of the diameter of the membrane so that a remaining surface of the membrane is not covered by the piezoelectric disk. A first substance is foamed onto the main surface of the rear side of the membrane in such a manner that the piezoelectric disk and the remaining surface of the membrane are completely covered by the first substance. Foaming on this substance makes it possible to obtain particularly advantageous transducer properties with regard to sensitivity and mechanical quality Q . With the foamed on substance, the described relationship of the diameter of

Altered page 3a

the piezoceramic to the diameter of the membrane yields a large sound emission aperture angle.

The holding means of the ultrasonic transducer which simultaneously forms the encasement can be inexpensively fabricated with the membrane in one piece of one material, for example aluminium or an aluminium alloy (e.g. AlCuMgPb). A holding means that forms with the membrane a pot-shaped structure permits providing a robust transducer sufficiently resistant to outside mechanical influences. The transducer can be fabricated with a simple process, for example an extrusion process, and fulfills therefore the

What Is Claimed Is:

1. An ultrasonic transducer, in particular, for use as a transmitter and a receiver in pulse-echo applications in which a membrane (2) is disposed in a holding means (1) and a piezoelectric disk (3) is placed on a main surface of the rear side of the membrane (2), characterized by the diameter of said piezoelectric disk (3) being between 60% and 85% of the diameter of said membrane (2), with a remaining surface of said membrane (2) not being covered by said piezoelectric disk (3), and a first substance (4) being foamed onto said main surface of said rear side of said membrane (2) in such a manner that said piezoelectric disk (3) and said remaining surface of said membrane (2) are completely covered by said first substance (4).
2. An ultrasonic transducer according to claim 1, characterized by, said holding means (1) being made with said membrane (2) as one piece from one material.
3. An ultrasonic transducer according to claim 2, characterized by, said material being aluminium or an aluminium alloy.
4. An ultrasonic transducer according to one of the claims 1 to 3, characterized by, said holding means (1) with said membrane (2) forming a pot-shaped structure.
5. An ultrasonic transducer according to one of the claims 1 to 4, characterized by, in order to generate a center frequency of 70 kHz, the diameter of said membrane is 8.85 ± 0.02 mm, the thickness of said membrane being 0.83 ± 0.02 mm and the thickness of the ceramic being 0.26 ± 0.01 mm.

6. An ultrasonic transducer according to claim 5,
characterized by,
a cylindrical holding means (1) having a wall thickness
of at least 2.85 mm and a height of approximately 6 mm
being employed.
7. An ultrasonic transducer according to one of the claims
1 to 6,
characterized by,
said piezoelectric (3) being glued onto said membrane
(2).
8. An ultrasonic transducer according to one of the claims
1 to 7,
characterized by,
said piezoelectric disk (3) being a piezoceramic.
9. An ultrasonic transducer according to claim 8,
characterized by,
said piezoceramic having a relative dielectric constant
of > 2500 , an electromechanic coupling factor of > 0.5
and a mechanical quality Q of < 300 .
10. An ultrasonic transducer according to one of the claims
1 to 9,
characterized by,
said first substance (4) being composed of a soft, open-
cell material.
11. An ultrasonic transducer according to claim 10,
characterized by,
said first substance (4) being composed of a polyurethane
foam or silicon foam.

12. An ultrasonic transducer according to one of the claims 1 to 10,
characterized by,
said first substance (4) being composed of a polyurethane foam having a strain hardness of < 9 kPa and an acoustical loss factor of < 1.0 .
13. An ultrasonic transducer according to one of the claims 1 to 12,
characterized by,
a second substance (5) being provided on said first substance (4).
14. An ultrasonic transducer according to one of the claims 1 to 13,
characterized by,
a first electrode of said piezoelectric disk (3) being connected via said membrane (2) and said holding means (1) with mass, and a second electrode of said piezoelectric disk (3) being contacted via a thin wire (9) soldered to the edge of said disk.
15. A process for fabricating an ultrasonic transducer having the following process steps:
fabrication of a pot-shaped holding means (1) of aluminium or an aluminium alloy, the bottom of which forms a membrane (2),
gluing on a piezoelectric disk (3) onto the rear side of said membrane (2) in such a manner that a mechanical and an electric contact to said membrane (2) are yielded,
soldering on one end of a thin wire (9) onto said piezoelectric disk (3),

foaming on a first substance (4) in said holding means (1) on said rear side of said membrane (2) in such a manner that said membrane (2) and said piezoelectric disk (3) are completely covered by said first substance (4).

16. A process according to claim 15,
characterized by,
a second substance (5) being applied on said first
substance (4), which is to prevent the propagation of a
sound wave in the direction opposite to the desired
direction of the radiating membrane (2).

Ultraschallwandler

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, bei denen das Übertragungsmedium für die Schallwelle Luft ist.

5

Ein besonderes Einsatzgebiet des Ultraschallwandlers als Sensor betrifft den Kfz-Bereich. Hier besteht ein Bedarf an Wandlern zur Objekterkennung innerhalb eines Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls.

10

Auf dem Markt sind bereits zahlreiche Ultraschallwandler für derartige Anwendungen erhältlich. Als besonders effektive Schwingungsmodi des Wandlers hat sich hierbei die Biegeschwingung einer Membran gezeigt. Zur Schwingungserzeugung wird eine runde Piezokeramikscheibe zentrisch auf die Rückseite einer Membran aufgeklebt. Durch Anlegen eines elektrischen Feldes wird die Keramik zu radialen Schwingungen angeregt. Aufgrund einer steifen Klebeverbindung mit der Membran ergibt sich eine Biegeschwingung des Gesamtsystems. Auf der Rückseite der

15

20

Membran ist weiterhin ein Stück Schaumstoff zur Dämpfung der Schwingung vorgesehen.

Die Parameter der Ultraschallschwingung werden durch die elastischen und sonstigen mechanischen Eigenschaften des Gesamtsystems bestimmt. Hierbei haben die elastischen Eigenschaften der verwendeten Materialien und die geometrischen Abmessungen der eingesetzten Komponenten einen Einfluß auf die Resonanzfrequenz, den Öffnungswinkel der Schallkeule, die Güte der Schwingung und die Empfindlichkeit des Sensors.

Eine Vielzahl von Einflußfaktoren, die sich auch gegenseitig beeinflussen, bestimmt daher die physikalischen Wandlereigenschaften.

Im obigen Anwendungsfall zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls werden Eigenschaften des Wandlers gefordert, die in dieser Weise bisher von keinem der bekannten Wandler erfüllt werden. Die am Markt erhältlichen Wandler weisen stets einen oder mehrere der folgenden Nachteile auf, so z.B. eine zu geringe Empfindlichkeit, einen zu kleinen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung, keine geschlossene Gehäuseform, keine ausreichende Widerstandsfähigkeit bezüglich mechanischer Einwirkung von außen, eine zu große mechanische Güte. Weiterhin sind sie häufig zu aufwendig in der Funktionsweise und somit fertigungstechnisch schwer realisierbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen Ultraschallwandler und ein Verfahren zu seiner Herstellung anzugeben, der bei einem großen Öffnungswinkel eine hohe Empfindlichkeit bei möglichst geringer Güte aufweist. Der Wandler soll weiterhin in einem robusten, widerstandsfähigen

Gehäuse ausführbar und in großen Stückzahlen günstig herstellbar sein.

Die Aufgabe wird mit dem Ultraschallwandler und dem
5 Verfahren gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Ultraschallwandlers
und des Verfahrens zu seiner Herstellung sind Gegenstand der
Unteransprüche.

10 Erfindungsgemäß wird ein Ultraschallwandler
vorgeschlagen, bei dem eine Membran in einer Halterung
angeordnet und eine piezoelektrische Scheibe auf einer
rückseitigen Hauptfläche der Membran aufgebracht ist. Der
Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe beträgt zwischen
15 60% und 85% des Durchmessers der Membran. Auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran ist ein erster Stoff aufgeschäumt.
Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders
vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich
Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das
20 angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der
Piezokeramik und der Membran führt bei aufgeschäumtem Stoff
zu einem großen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

Die Halterung des Ultraschallwandlers, die gleichzeitig
25 das Gehäuse bildet, kann zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material, beispielsweise Aluminium oder einer
Aluminiumlegierung (z.B. AlCuMgPb), kostengünstig gefertigt
werden. Durch eine Halterung, die mit der Membran eine
topfförmige Struktur bildet, läßt sich somit ein robuster,
30 gegen mechanische Einwirkung von außen ausreichend
widerstandsfähiger Wandler bereitstellen. Der Wandler kann
mit einfachen Verfahren, beispielsweise durch ein
Fließpreßverfahren hergestellt werden und erfüllt daher die

Anforderungen an eine kostengünstige Fertigung in hohen Stückzahlen.

Insbesondere die Dicke und der Durchmesser der Keramik, die Dicke und der Durchmesser der Membran sowie die Gesamthöhe des Aluminiumgehäuses beeinflussen wesentlich die Eigenschaften des Wandlers. So ist die Mittenfrequenz f des Ultraschallwandlers proportional zum Verhältnis von quadratischem Membrandurchmesser D_M^2 und Membrandicke d_M . Die Keramikdicke d_K wiederum ist proportional der Mittenfrequenz f , wobei der Zusammenhang vom jeweiligen Design abhängt. Die Empfindlichkeit und die damit zusammenhängende mechanische Güte der Schwingung ist außerdem durch das Material auf der Rückseite der Keramik (erster Stoff) beeinflussbar.

15

Ein spezieller Ultraschallwandler für die Anwendung zur Objekterkennung innerhalb eines Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls, arbeitet bei einer Mittenfrequenz von 70 kHz. Bei dieser Frequenz soll der Öffnungswinkel der 6dB-Schallkeule möglichst groß sein. Bei einem solchen System besteht die Forderung, daß alle wesentlichen Objekte mit den verschiedenen Oberflächenstrukturen und Materialien ein detektierbares Echo-Signal in Richtung des Wandlers zurückreflektieren. Die Empfindlichkeit des Wandlers muß also

25

Besonders vorteilhaft erweist sich für diese Anwendung erfindungsgemäß ein Wandler mit einem Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, einer Membrandicke 0.83 ± 0.02 mm und einer Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm.

30

Weiterhin wird bei einem solchen Wandler eine zylinderförmige Halterung mit einer Wandstärke von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von beispielsweise 6.83 mm eingesetzt.

Es versteht sich jedoch von selbst, daß auch kleinere oder größere Höhen der Halterung durchaus möglich sind.

Der entwickelte Sensor fügt sich ohne weitere Änderungen
5 der Ansteuerungselektronik in ein bestehendes
Besetzttdetektionssystem in einem Kfz ein.

Der erste, rückseitig auf die Membran aufgeschäumte
Stoff besteht vorzugsweise aus offenzelligem, weichem
10 Material, beispielsweise Polyurethanschaum oder
Silikonschaum.

Besonders vorteilhafte Wandlereigenschaften werden
hierbei mit Polyurethanschaum mit einer Stauchhärte (DIN
53577) von < 9 kPa und einem akustischen Verlustfaktor (DIN
15 53426) von < 1.0 erzielt.

In einer besonderen Ausführungsform wird als
piezoelektrische Scheibe eine Piezokeramik mit einer
relativen Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einem radialen
20 elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und einer
mechanischen Güte von < 300 eingesetzt.

Bei der Fertigung des erfindungsgemäßen
Ultraschallwandlers wird zunächst eine topfförmige Halterung
25 aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden eine
Membran bildet, beispielsweise mittels eines
Fließpreßverfahrens hergestellt. Auf die Rückseite der
Membran wird eine piezoelektrische Scheibe aufgeklebt, um
einen mechanischen und elektrischen Kontakt zur Membran
30 herzustellen. Auf die piezoelektrische Scheibe wird ein Ende
eines dünnen Drahtes aufgelötet. Schließlich wird ein erster
Stoff in der topfförmigen Halterung auf die Rückseite der

Membran aufgeschäumt, so daß Membran und piezoelektrische Scheibe von dem Stoff vollständig bedeckt sind.

5 Der erfindungsgemäße Ultraschallwandler ist selbstverständlich auch für andere Luft-Ultraschall-Anwendungen, die ähnliche Randbedingungen an die wesentlichen Wandlereigenschaften vorgeben, beispielsweise für
10 Abstandsmessungs- oder Positionserfassungssysteme, hervorragend geeignet. Aufgrund der breiten Schallkeule eignet sich der Sensor in besonderem Maße zur Raumüberwachung.

15 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert, in denen

20 Fig. 1 ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen Wandler im Querschnitt,

 Fig. 2 den Wandler aus Figur 1 in Rückansicht ohne den ersten Stoff (4) und den zweiten Stoff (5),

25 Fig. 3 den Wandler aus Figur 1 in Rückansicht vollständig, und

 Fig. 4 den Wandler aus Figur 1 in Vorderansicht zeigen.

30

 Anhand der Figuren 1 und 2 wird nun eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung erläutert.

Fig. 1 zeigt den Wandler gemäß einer bevorzugten Ausführungsform im Querschnitt. Der Wandler besteht aus einem zylinderförmigen Aluminiumgehäuse (1). Den Boden des Gehäuses bildet eine Aluminium-Membran (2). Das Aluminiumgehäuse des Wandlers wird als Drehteil hergestellt. Eine Piezokeramikscheibe (3), beispielsweise aus einer PZT-5H-Keramik, wird mit einem dünnflüssigen Kleber mit Druck in den Aluminiumtopf (auf die Rückseite der Membran (2)) konzentrisch eingeklebt. Eine Elektrode der Keramik, die auf die Membranfläche geklebt wird, hat über die Membran elektrischen Kontakt zum Aluminiumgehäuse (1). Die Masseverbindung wird durch einen Kupferstift (6) gewährleistet, der in das Aluminiumgehäuse getrieben wird. Bei Fertigung großer Stückzahlen kann zur Massekontaktierung auch ein anderes Verfahren gewählt werden. Der Kupferstift ist über einen dünnen Draht (8) mit einem Kabel (10) verbunden, das den Wandler mit der Ansteuerelektronik verbindet. Die andere Elektrode der Keramik (3) wird über einen Lötunkt (7) am Rand der Keramik mit einem weiteren dünnen Draht (9) verbunden. Durch das Anbringen des Lötunktes (7) am Rand der Keramik wird der Einfluß auf die Schwingungseigenschaften des Systems minimiert. Der Draht (9) zwischen Keramikelektrode und Kabel (10) muß sehr leicht sein, um einen weiteren Einflußfaktor auf die Schwingungseigenschaften des Systems zu vermeiden.

Eine Rückansicht des Sensors mit Aluminiumgehäuse (1), Aluminium-Membran (2), eingeklebter Keramikscheibe (3), Lötunkt (7) und Masse-Kontaktierung (6) ist Figur 2 zu entnehmen.

Der gewählte Membrandurchmesser erzeugt den gewünschten Öffnungswinkel (hier: $>45^\circ$ bei einem lateralen 3dB Schalldruckabfall; $>55^\circ$ bei einem lateralen 6dB Schalldruckabfall) und ist auf das Gesamtschwingungssystem

abgestimmt, um die Biegeschwingung effektiv zu erzeugen. Bei dem beispielhaften System wurden die Abmessung der Gesamtgehäusehöhe, sowie Dicke und Durchmesser der Keramikscheibe bezüglich des Schwingungsverhaltens des Systems optimiert. Die Dicke der Keramik hat dabei einen geringeren Einfluß auf das Schwingungsverhalten als der Durchmesser.

Im vorliegenden Beispiel weisen die Komponenten des Ultraschallwandlers (Sensors) folgende Abmessungen auf:

	Dicke der Gehäusewandung d_G :	2,85 mm
	Höhe der Gehäusewandung h_G :	6,83 mm
	Durchmesser des Gehäuses D_G :	14,55 mm
	Durchmesser der Membran D_M :	8,85 mm
15	Dicke der Membran d_M :	0,83 mm
	Durchmesser der Keramikscheibe D_K :	6,75 mm
	Dicke der Keramikscheibe d_K :	0,26 mm

Dabei sind alle geometrischen Abmessungen der beteiligten Komponenten genau einzuhalten, um ein unter allen Aspekten optimiertes System für genannten Anwendungsfall zu erhalten.

Ein wesentlicher Parameter des Sensors ist die mechanische Güte. Der rückseitig aufgeschäumte erste Stoff (4) bestimmt die Dämpfung der Membranschwingung. Ebenso kann die Wandstärke des Topfes eine Rolle spielen. Die elastischen Eigenschaften des ersten Stoffes (4) beeinflussen das Resonanzverhalten nur in geringerem Maße und erlauben durch Einsatz von Materialien unterschiedlicher Dämpfung eine bessere Möglichkeit, die mechanische Güte des Wandlers einzustellen.

Ein weiterer, rückseitig auf den ersten Stoff (4) aufgebracht zweiter Stoff (5) dient dazu, die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der Richtung der abstrahlenden Membran zu verhindern und ist in seinem Einfluß auf das Resonanzverhalten des Gesamtsystems abgestimmt. Das Material des zweiten Stoffes (5) ist ein Polyurethan und erfüllt außerdem die Aufgabe, den Übergang zwischen dem sehr leichten Draht, der die Elektroden kontaktiert, und dem schwereren Anschlußkabel zu sichern.

10 Das Ausmaß der Bedeckung der Membran bzw. der Ausfüllung des Aluminiumgehäuses durch die ersten und zweiten Stoffe (4,5) können Figur 1 entnommen werden. Im Beispiel beträgt der Abstand des oberen Randes des zweiten Stoffes (5) vom oberen Rand der Gehäusewandung (1) 1,17 mm.

15 Die Figuren 3 und 4 zeigen schließlich noch eine Rückansicht und eine Vorderansicht des vollständigen Ultraschallwandlers.

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler, insbesondere für den Einsatz als
Sender und Empfänger in Puls-Echo Anwendungen, bei dem
5 eine Membran in einer Halterung angeordnet und eine
piezoelektrische Scheibe auf einer rückseitigen
Hauptfläche der Membran aufgebracht ist,
wobei der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe
zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran
10 beträgt, und ein erster Stoff auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran aufgeschäumt ist.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Halterung zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material gefertigt ist.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß das Material Aluminium oder eine Aluminiumlegierung
ist.
4. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Halterung mit der Membran eine topfförmige
Struktur bildet.
5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
30 daß zur Erzeugung einer Mittenfrequenz von 70 kHz der
Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, die Membrandicke 0.83 ± 0.02 mm und die Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm betragen.

6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zylinderförmige Halterung mit einer Wandstärke
von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von ca. 6 mm
eingesetzt wird.
7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß die piezoelektrische Scheibe auf die Membran
aufgeklebt ist.
8. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß die piezoelektrische Scheibe eine Piezokeramik ist.
9. Ultraschallwandler nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Piezokeramik eine relative
Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einen
elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und eine
mechanische Güte von < 300 aufweist.
10. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus offenzelligem, weichem Material
besteht.
11. Ultraschallwandler nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus Polyurethanschaum oder
Silikonschaum besteht.

12. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff aus Polyurethanschaum mit einer
Stauchhärte von < 9 kPa und einem akustischen
Verlustfaktor von < 1.0 besteht.
13. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf dem ersten Stoff ein zweiter Stoff vorgesehen
ist.
14. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine erste Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
über die Membran und die Halterung mit Masse verbunden,
und eine zweite Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
über einen dünnen am Rand der Scheibe angelöteten Draht
kontaktiert ist.
15. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit
folgenden Verfahrensschritten:
Herstellung einer topfförmigen Halterung aus Aluminium
oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden eine Membran
bildet,
Aufkleben einer piezoelektrischen Scheibe auf die
Rückseite der Membran, so daß ein mechanischer und
elektrischer Kontakt zur Membran hergestellt wird,
Auflöten eines Endes eines dünnen Drahtes auf die
piezoelektrische Scheibe,
Aufschäumen eines ersten Stoffes in der topfförmigen
Halterung auf die Rückseite der Membran, so daß Membran
und piezoelektrische Scheibe von dem Stoff vollständig
bedeckt sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet,
daß auf den ersten Stoff ein zweiter Stoff aufgebracht
5 wird, der die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der
gewünschten Richtung der abstrahlenden Membran
verhindern soll.

Zusammenfassung

- Die vorliegende Erfindung betrifft einen
- 5 Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, insbesondere im Kfz-Bereich zur Objekterkennung innerhalb des Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls.
- 10 Der erfindungsgemäße Ultraschallwandler weist eine Membran mit einer rückseitig angebrachten piezoelektrischen Scheibe auf. Der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe beträgt zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran. Auf die rückseitige Hauptfläche der Membran ist ein Stoff aus
- 15 offenzelligem, weichem Material aufgeschäumt. Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik und der Membran
- 20 führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem großen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

United States Patent and Trademark
Office
(Box PCT)
Crystal Plaza 2
Washington, DC 20231
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 28 July 1999 (28.07.99)	
International application No. PCT/DE98/03297	Applicant's or agent's file reference EI/Gg/ri 9817
International filing date (day/month/year) 03 November 1998 (03.11.98)	Priority date (day/month/year) 10 December 1997 (10.12.97)
Applicant POTAPOV, Vladimir et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

26 June 1999 (26.06.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer Antonia Muller
Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Telephone No.: (41-22) 338.83.38

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ :

G10K 9/122

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/30313

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum:

17. Juni 1999 (17.06.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/03297

(22) Internationales Anmeldedatum: 3. November 1998 (03.11.98)

(30) Prioritätsdaten:

197 54 891.1

10. Dezember 1997 (10.12.97) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): FRAUN-
HOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER
ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. [DE/DE]; Leon-
rodstrasse 54, D-80636 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): POTAPOV, Vladimir
[US/US]; Robert-Koch-Strasse 23, D-66386 St. Ingbert
(US). SCHÖN, Uwe [DE/DE]; Wiebelskircher Strasse 14,
D-66540 Neunkirchen (DE). HAHN, Thomas [DE/DE];
Rhodter Strasse 8, D-66386 St. Ingbert (DE).

(74) Anwalt: HENKEL, FEILER & HÄNZEL; Möhlstrasse 37,
D-81675 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE,
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen
eintreffen.

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER WITH A CUP-SHAPED SUPPORT

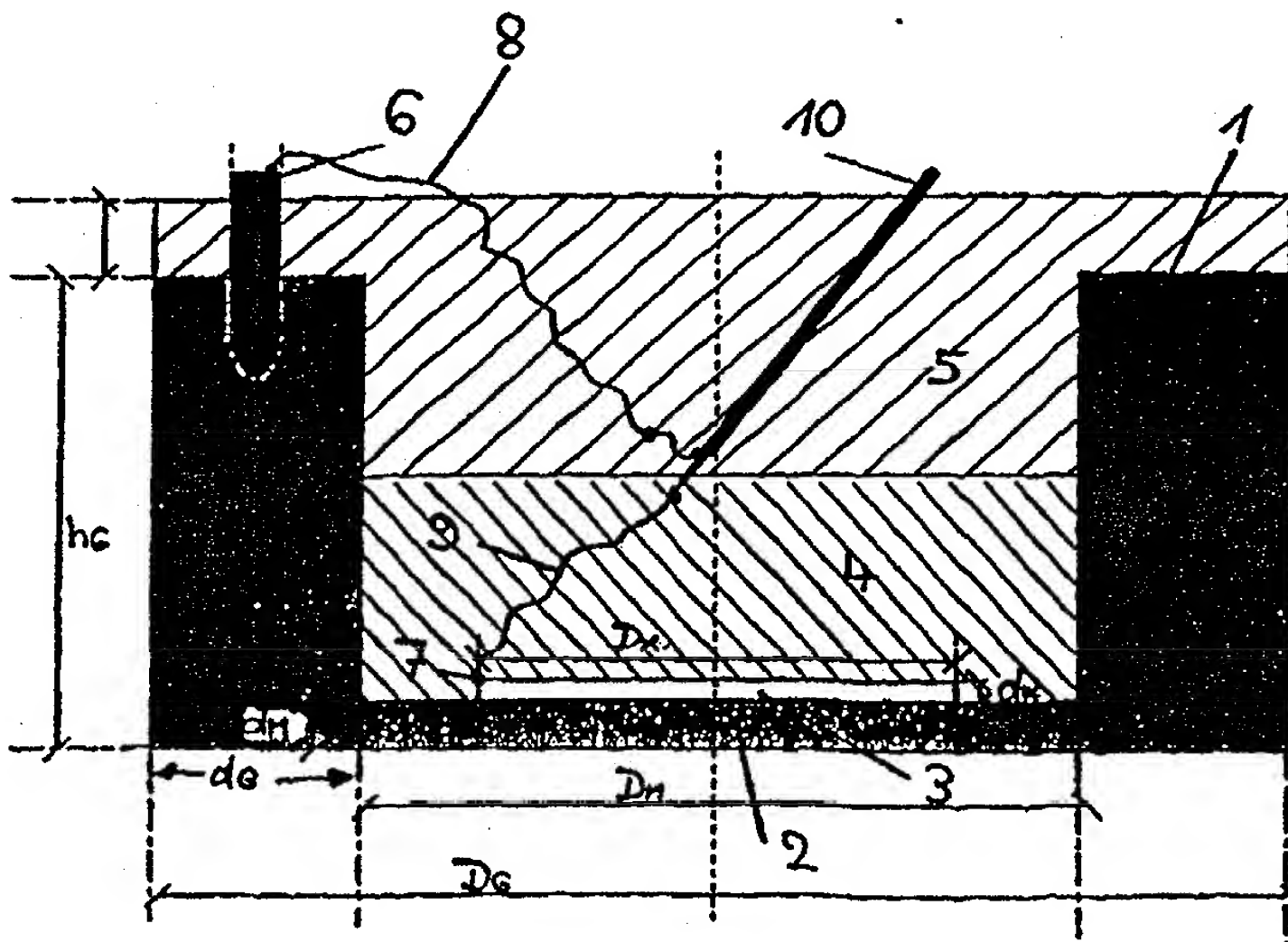
(54) Bezeichnung: ULTRASCHALLWANDLER MIT TOPFFÖRMIGER HALTERUNG

(57) Abstract

Disclosed is an ultrasonic transducer that can be used as a transmitter and a receiver in pulse echo applications, especially in automobiles, to detect objects inside the automobile, i.e. for controlling air bag ignition during an accident. The inventive ultrasonic transducer comprises a membrane (2) with a piezoelectric plate (3) on the back thereof. The diameter of the piezoelectric plate (3) is 60 % - 85 % the diameter of the membrane (2). A material (4) made of a soft open cell material is foamed on the back of the main surface of the membrane (2). Advantageous features with respect to the sensitivity and the mechanical quality of the transducer are obtained by foaming said material. The cited ratio between the diameter of the piezo ceramic element (3) and the membrane (2) provides a large aperture angle of the sound radiation when said foamed material is used.

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Ultraschallwandler für den Einsatz als Sender und Empfänger in Puls-Echo-Anwendungen, insbesondere im Kfz-Bereich zur Objekterkennung innerhalb des Fahrzeuginnenraums, beispielsweise zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls. Der erfindungsgemässe Ultraschallwandler weist eine Membran (2) mit einer rückseitig angebrachten piezoelektrischen Scheibe (3) auf. Der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe (3) beträgt zwischen 60 % und 85 % der Durchmesser der Membran (2). Auf die rückseitige Hauptfläche der Membran (2) ist ein Stoff (4) aus offenzelligem, weichem Material aufgeschäumt. Durch das Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik (3) und der Membran (2) führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem grossen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESEN

Absender: MIT DER INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNG BEAUFTRAGTE BEHÖRDE

An:

GAGEL, Roland
Landsbergerstr. 480a
81241 München
ALLEMAGNE

EINGEGANGEN

am 21. Dez. 1999

PCT

MITTEILUNG ÜBER DIE ÜBERSENDUNG
DES INTERNATIONALEN VORLÄUFIGEN
PRÜFUNGSBERICHTS

(Regel 71.1 PCT)

Absendedatum
(Tag/Monat/Jahr)

20. 12. 99

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts
990101PCT

WICHTIGE MITTEILUNG

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE98/03297

Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr)
03/11/1998

Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)
10/12/1997

Anmelder

FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG et al.

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß ihm die mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde hiermit den zu der internationalen Anmeldung erstellten internationalen vorläufigen Prüfungsbericht, gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen, übermittelt.
2. Eine Kopie des Berichts wird - gegebenenfalls mit den dazugehörigen Anlagen - dem Internationalen Büro zur Weiterleitung an alle ausgewählten Ämter übermittelt.
3. Auf Wunsch eines ausgewählten Amtes wird das Internationale Büro eine Übersetzung des Berichts (jedoch nicht der Anlagen) ins Englische anfertigen und diesem Amt übermitteln.

4. ERINNERUNG

Zum Eintritt in die nationale Phase hat der Anmelder vor jedem ausgewählten Amt innerhalb von 30 Monaten ab dem Prioritätsdatum (oder in manchen Ämtern noch später) bestimmte Handlungen (Einreichung von Übersetzungen und Entrichtung nationaler Gebühren) vorzunehmen (Artikel 39 (1)) (siehe auch die durch das Internationale Büro im Formblatt PCT/IB/301 übermittelte Information).

Ist einem ausgewählten Amt eine Übersetzung der internationalen Anmeldung zu übermitteln, so muß diese Übersetzung auch Übersetzungen aller Anlagen zum internationalen vorläufigen Prüfungsbericht enthalten. Es ist Aufgabe des Anmelders, solche Übersetzungen anzufertigen und den betroffenen ausgewählten Ämtern direkt zuzuleiten.

Weitere Einzelheiten zu den maßgebenden Fristen und Erfordernissen der ausgewählten Ämter sind Band II des PCT-Leitfadens für Anmelder zu entnehmen.

Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde

 Europäisches Patentamt
D-80298 München
Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d
Fax: +49 89 2399 - 4465

Bevollmächtigter Bediensteter

Röhner, M

Tel. +49 89 2399-2294



VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 990101PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/11/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 10/12/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G10K9/122		
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.



2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 7 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 26/06/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 20. 12. 99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Davis, A Tel. Nr. +49 89 2399 2406 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,4-9 ursprüngliche Fassung

2,3,3a eingegangen am 05/11/1999 mit Schreiben vom 25/06/1999

Patentansprüche, Nr.:

1-16 eingegangen am 05/11/1999 mit Schreiben vom 25/06/1999

Zeichnungen, Blätter:

1/4-4/4 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja:	Ansprüche	1-16
	Nein:	Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja:	Ansprüche	1-16
	Nein:	Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja:	Ansprüche	1-16
	Nein:	Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

V Begründete Feststellung

- 1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: DE-A-34 41 684

- 2 Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs D1 angesehen und offenbart die folgenden Merkmale des Anspruchs (die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument, Fig.1):

Ultraschallwandler mit Membran (13) und piezoelektrischer Scheibe (14) aufgebracht auf die rückseitige Hauptfläche der Membran, wobei der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe nahezu 100% (siehe Seite 6, erster Paragraf) des Durchmessers der Membran beträgt, und eine erste Schaumstoffschicht (15) auf die rückseitige Hauptfläche der Membran aufgebracht ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu (Artikel 33 (2) PCT).

- 2.1 Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, daß eine Verbesserung der Eigenschaften des Wandlers zu erzeugen ist.
- 2.2 Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT):

Es gibt im Dokument D1 keinen Hinweis wie man die Geometrie des Wandlers ändern soll, um so eine Verbesserung so realisieren. Laut der Beschreibung geht die Verbesserung der Wandlereigenschaften aus den beanspruchten Merkmale hervor.

- 2.3 Die Ansprüche 2 bis 14 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

- 3 Der unabhängige Verfahrensanspruch 15 und der dazu abhängigen Anspruch 16, entsprechen den Verfahrensschritten zur Erzeugung der neuen und erfinderischen Vorrichtung nach Anspruch 1 und erfüllen auch damit die Erfordernisse des EPÜ.

Membran ist weiterhin ein Stück Schaumstoff zur Dämpfung der Schwingung vorgesehen.

Aus der DE-A-34 41 684 ist ein Ultraschallwandler gemäß
5 dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 bekannt, bei dem der Durchmesser der Piezokeramikscheibe nahezu 100% des Durchmessers der Membran beträgt und eine Schaumstoffschicht auf der Rückseite der Piezokeramikscheibe aufgebracht ist, die diese jedoch nicht vollständig bedeckt.

10

Die Parameter der Ultraschallschwingung werden durch die elastischen und sonstigen mechanischen Eigenschaften des Gesamtsystems bestimmt. Hierbei haben die elastischen Eigenschaften der verwendeten Materialien und die
15 geometrischen Abmessungen der eingesetzten Komponenten einen Einfluß auf die Resonanzfrequenz, den Öffnungswinkel der Schallkeule, die Güte der Schwingung und die Empfindlichkeit des Sensors.

Eine Vielzahl von Einflußfaktoren, die sich auch
20 gegenseitig beeinflussen, bestimmt daher die physikalischen Wandlereigenschaften.

Im obigen Anwendungsfall zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls werden Eigenschaften des Wandlers
25 gefordert, die in dieser Weise bisher von keinem der bekannten Wandler erfüllt werden. Die am Markt erhältlichen Wandler weisen stets einen oder mehrere der folgenden Nachteile auf, so z.B. eine zu geringe Empfindlichkeit, einen zu kleinen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung, keine
30 geschlossene Gehäuseform, keine ausreichende Widerstandsfähigkeit bezüglich mechanischer Einwirkung von außen, eine zu große mechanische Güte. Weiterhin sind sie

häufig zu aufwendig in der Funktionsweise und somit
fertigungstechnisch schwer realisierbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen
5 Ultraschallwandler und ein Verfahren zu seiner Herstellung
anzugeben, der bei einem großen Öffnungswinkel eine hohe
Empfindlichkeit bei möglichst geringer Güte aufweist. Der
Wandler soll weiterhin in einem robusten, widerstandsfähigen
Gehäuse ausführbar und in großen Stückzahlen günstig
10 herstellbar sein.

Die Aufgabe wird mit dem Ultraschallwandler und dem
Verfahren gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Ultraschallwandlers
15 und des Verfahrens zu seiner Herstellung sind Gegenstand der
Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird ein Ultraschallwandler
vorgeschlagen, bei dem eine Membran in einer Halterung
20 angeordnet und eine piezoelektrische Scheibe auf einer
rückseitigen Hauptfläche der Membran aufgebracht ist. Der
Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe beträgt zwischen
60% und 85% des Durchmessers der Membran, so daß eine
Restfläche der Membran nicht von der piezoelektrischen
25 Scheibe bedeckt wird. Auf die rückseitige Hauptfläche der
Membran ist ein erster Stoff derart aufgeschäumt, daß die
piezoelektrische Scheibe und die Restfläche der Membran von
dem ersten Stoff vollständig bedeckt sind. Durch das
Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte
30 Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und
mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis
zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik und der Membran

3a

führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem großen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

Die Halterung des Ultraschallwandlers, die gleichzeitig
5 das Gehäuse bildet, kann zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material, beispielsweise Aluminium oder einer
Aluminiumlegierung (z.B. AlCuMgPb), kostengünstig gefertigt
werden. Durch eine Halterung, die mit der Membran eine
topfförmige Struktur bildet, läßt sich somit ein robuster,
10 gegen mechanische Einwirkung von außen ausreichend
widerstandsfähiger Wandler bereitstellen. Der Wandler kann
mit einfachen Verfahren, beispielsweise durch ein
Fließpreßverfahren hergestellt werden und erfüllt daher die

GEANDY 1984

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler, insbesondere für den Einsatz als
Sender und Empfänger in Puls-Echo Anwendungen, bei dem
5 eine Membran (2) in einer Halterung (1) angeordnet und
eine piezoelektrische Scheibe (3) auf einer rückseitigen
Hauptfläche der Membran (2) aufgebracht ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe (3)
10 zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran (2)
beträgt, wobei eine Restfläche der Membran (2) nicht von
der piezoelektrischen Scheibe (3) bedeckt wird,
und ein erster Stoff (4) derart auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran (2) mit der piezoelektrischen
15 Scheibe (3) aufgeschäumt ist, daß die piezoelektrische
Scheibe (3) und die Restfläche der Membran (2) von dem
ersten Stoff (4) vollständig bedeckt sind.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß die Halterung (1) zusammen mit der Membran (2)
einstückig aus einem Material gefertigt ist.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 2,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß das Material Aluminium oder eine Aluminiumlegierung
ist.
4. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Halterung (1) mit der Membran (2) eine
topfförmige Struktur bildet.

GEÄNDERTES BLATT

5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung einer Mittenfrequenz von 70 kHz der
Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, die Membrandicke 0.83
5 ± 0.02 mm und die Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm betragen.
6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zylinderförmige Halterung (1) mit einer
10 Wandstärke von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von ca.
6 mm eingesetzt wird.
7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die piezoelektrische Scheibe (3) auf die Membran (2)
aufgeklebt ist.
8. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß die piezoelektrische Scheibe (3) eine Piezokeramik
ist.
9. Ultraschallwandler nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Piezokeramik eine relative
Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einen
elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und eine
mechanische Güte von < 300 aufweist.
- 30 10. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus offenzelligem, weichem
Material besteht.

11. Ultraschallwandler nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus Polyurethanschaum oder
5 Silikonschaum besteht.
12. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus Polyurethanschaum mit einer
10 Stauchhärte von < 9 kPa und einem akustischen
Verlustfaktor von < 1.0 besteht.
13. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß auf dem ersten Stoff (4) ein zweiter Stoff (5)
vorgesehen ist.
14. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß eine erste Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
(3) über die Membran (2) und die Halterung (1) mit Masse
verbunden, und eine zweite Elektrode der
piezoelektrischen Scheibe (3) über einen dünnen am Rand
der Scheibe angelöteten Draht (9) kontaktiert ist.
25
15. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit
folgenden Verfahrensschritten:
Herstellung einer topfförmigen Halterung (1) aus
Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden
30 eine Membran (2) bildet,
Aufkleben einer piezoelektrischen Scheibe (3) auf die
Rückseite der Membran (2), so daß ein mechanischer und
elektrischer Kontakt zur Membran (2) hergestellt wird,

Auflöten eines Endes eines dünnen Drahtes (9) auf die piezoelektrische Scheibe (3),

5 Aufschäumen eines ersten Stoffes (4) in der topfförmigen Halterung (1) auf die Rückseite der Membran (2), so daß Membran (2) und piezoelektrische Scheibe (3) von dem ersten Stoff (4) vollständig bedeckt sind.

10 16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß auf den ersten Stoff (4) ein zweiter Stoff (5) aufgebracht wird, der die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der gewünschten Richtung der abstrahlenden Membran (2) verhindern soll.

15

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

3

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference 990101PCT	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/03297	International filing date (<i>day/month/year</i>) 03 November 1998 (03.11.98)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 10 December 1997 (10.12.97)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G10K 9/122		
Applicant FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>5</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>7</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 26 June 1999 (26.06.99)	Date of completion of this report 20 December 1999 (20.12.1999)
Name and mailing address of the IPEA/EP Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/03297

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages 1, 4-9, as originally filed,
 pages _____, filed with the demand,
 pages 2, 3, 3a, filed with the letter of 25 June 1999 (25.06.1999),
 pages _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the claims, Nos. _____, as originally filed,
 Nos. _____, as amended under Article 19,
 Nos. _____, filed with the demand,
 Nos. 1-16, filed with the letter of 25 June 1999 (25.06.1999),
 Nos. _____, filed with the letter of _____.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/4-4/4, as originally filed,
 sheets/fig _____, filed with the demand,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
 sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-16	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

1. The following document is referred to:

DE-A-34 41 684 (D1)

2. D1 is considered the closest prior art in relation to the subject matter of Claim 1 and discloses the following features of the claim (the references in brackets refer to this document, Figure 1):

ultrasonic transducer with a membrane (13) and a piezoelectric disc (14) applied to the back of the main surface of the membrane, the diameter of the piezoelectric disc being approximately 100% (see page 6, first paragraph) of the diameter of the membrane, and a first foamed material layer (15) being applied to the back of the membrane.

The subject matter of Claim 1 is therefore novel (PCT Article 33(2)).

2.1 The present invention aims to solve the problem of improving the properties of the transducer.

- 2.2 The solution proposed in Claim 1 of the present application to this problem involves an inventive step for the reasons set out below (PCT Article 33(3)).

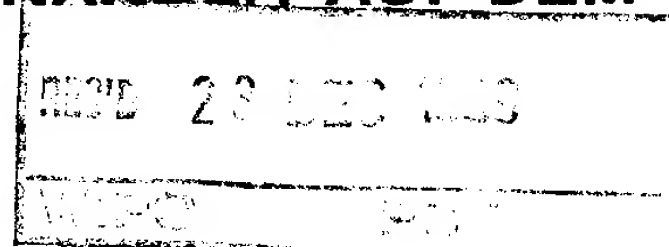
D1 does not suggest how the geometry of the transducer is meant to change to produce an improvement. The description indicates that the improvement of the transducer properties follows from the claimed features.

- 2.3 Claims 2 to 14 are dependent on Claim 1 and therefore also meet the PCT novelty and inventive step requirements.

3. Independent method Claim 15 and Claim 16 dependent thereon correspond to the method steps for producing the novel and inventive device as per Claim 1 and therefore also meet the PCT requirements.

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

4

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts 990101PCT	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/11/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 10/12/1997
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G10K9/122		
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG et al.		



- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 5 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 7 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 26/06/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 20.12.99
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Davis, A Tel. Nr. +49 89 2399 2406 

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1,4-9 ursprüngliche Fassung

2,3,3a eingegangen am 05/11/1999 mit Schreiben vom 25/06/1999

Patentansprüche, Nr.:

1-16 eingegangen am 05/11/1999 mit Schreiben vom 25/06/1999

Zeichnungen, Blätter:

1/4-4/4 ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung, Seiten:
- ☐ Ansprüche, Nr.:
- ☐ Zeichnungen, Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03297

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-16
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen

siehe Beiblatt

V Begründete Feststellung

- 1 Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: DE-A-34 41 684

- 2 Das Dokument D1 wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs D1 angesehen und offenbart die folgenden Merkmale des Anspruchs (die Verweise in Klammern beziehen sich auf dieses Dokument, Fig.1):

Ultraschallwandler mit Membran (13) und piezoelektrischer Scheibe (14) aufgebracht auf die rückseitige Hauptfläche der Membran, wobei der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe nahezu 100% (siehe Seite 6, erster Paragraph) des Durchmessers der Membran beträgt, und eine erste Schaumstoffschicht (15) auf die rückseitige Hauptfläche der Membran aufgebracht ist.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu (Artikel 33 (2) PCT).

- 2.1 Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden, daß eine Verbesserung der Eigenschaften des Wandlers zu erzeugen ist.
- 2.2 Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung für diese Aufgabe vorgeschlagene Lösung beruht aus den folgenden Gründen auf einer erfinderischen Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT):

Es gibt im Dokument D1 keinen Hinweis wie man die Geometrie des Wandlers ändern soll, um so eine Verbesserung so realisieren. Laut der Beschreibung geht die Verbesserung der Wandlereigenschaften aus den beanspruchten Merkmale hervor.

- 2.3 Die Ansprüche 2 bis 14 sind vom Anspruch 1 abhängig und erfüllen damit ebenfalls die Erfordernisse des PCT in bezug auf Neuheit und erfinderische Tätigkeit.

- 3 Der unabhängige Verfahrensanspruch 15 und der dazu abhängigen Anspruch 16, entsprechen den Verfahrensschritten zur Erzeugung der neuen und erfinderischen Vorrichtung nach Anspruch 1 und erfüllen auch damit die Erfordernisse des EPÜ.

Membran ist weiterhin ein Stück Schaumstoff zur Dämpfung der Schwingung vorgesehen.

5 Aus der DE-A-34 41 684 ist ein Ultraschallwandler gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 bekannt, bei dem der Durchmesser der Piezokeramikscheibe nahezu 100% des Durchmessers der Membran beträgt und eine Schaumstoffschicht auf der Rückseite der Piezokeramikscheibe aufgebracht ist, die diese jedoch nicht vollständig bedeckt.

10

Die Parameter der Ultraschallschwingung werden durch die elastischen und sonstigen mechanischen Eigenschaften des Gesamtsystems bestimmt. Hierbei haben die elastischen Eigenschaften der verwendeten Materialien und die
15 geometrischen Abmessungen der eingesetzten Komponenten einen Einfluß auf die Resonanzfrequenz, den Öffnungswinkel der Schallkeule, die Güte der Schwingung und die Empfindlichkeit des Sensors.

Eine Vielzahl von Einflußfaktoren, die sich auch
20 gegenseitig beeinflussen, bestimmt daher die physikalischen Wandlereigenschaften.

Im obigen Anwendungsfall zur Kontrolle der Airbagzündung während eines Unfalls werden Eigenschaften des Wandlers
25 gefordert, die in dieser Weise bisher von keinem der bekannten Wandler erfüllt werden. Die am Markt erhältlichen Wandler weisen stets einen oder mehrere der folgenden Nachteile auf, so z.B. eine zu geringe Empfindlichkeit, einen zu kleinen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung, keine
30 geschlossene Gehäuseform, keine ausreichende Widerstandsfähigkeit bezüglich mechanischer Einwirkung von außen, eine zu große mechanische Güte. Weiterhin sind sie

häufig zu aufwendig in der Funktionsweise und somit fertigungstechnisch schwer realisierbar.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, einen
5 Ultraschallwandler und ein Verfahren zu seiner Herstellung
anzugeben, der bei einem großen Öffnungswinkel eine hohe
Empfindlichkeit bei möglichst geringer Güte aufweist. Der
Wandler soll weiterhin in einem robusten, widerstandsfähigen
Gehäuse ausführbar und in großen Stückzahlen günstig
10 herstellbar sein.

Die Aufgabe wird mit dem Ultraschallwandler und dem
Verfahren gemäß den Merkmalen der Patentansprüche 1 und 15
gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Ultraschallwandlers
15 und des Verfahrens zu seiner Herstellung sind Gegenstand der
Unteransprüche.

Erfindungsgemäß wird ein Ultraschallwandler
vorgeschlagen, bei dem eine Membran in einer Halterung
20 angeordnet und eine piezoelektrische Scheibe auf einer
rückseitigen Hauptfläche der Membran aufgebracht ist. Der
Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe beträgt zwischen
60% und 85% des Durchmessers der Membran, so daß eine
Restfläche der Membran nicht von der piezoelektrischen
25 Scheibe bedeckt wird. Auf die rückseitige Hauptfläche der
Membran ist ein erster Stoff derart aufgeschäumt, daß die
piezoelektrische Scheibe und die Restfläche der Membran von
dem ersten Stoff vollständig bedeckt sind. Durch das
Aufschäumen dieses Stoffes können besonders vorteilhafte
30 Eigenschaften des Wandlers hinsichtlich Empfindlichkeit und
mechanischer Güte erreicht werden. Das angegebene Verhältnis
zwischen dem Durchmesser der Piezokeramik und der Membran

3a

führt bei aufgeschäumtem Stoff zu einem großen Öffnungswinkel der Schallabstrahlung.

Die Halterung des Ultraschallwandlers, die gleichzeitig
5 das Gehäuse bildet, kann zusammen mit der Membran einstückig
aus einem Material, beispielsweise Aluminium oder einer
Aluminiumlegierung (z.B. AlCuMgPb), kostengünstig gefertigt
werden. Durch eine Halterung, die mit der Membran eine
topfförmige Struktur bildet, läßt sich somit ein robuster,
10 gegen mechanische Einwirkung von außen ausreichend
widerstandsfähiger Wandler bereitstellen. Der Wandler kann
mit einfachen Verfahren, beispielsweise durch ein
Fließpreßverfahren hergestellt werden und erfüllt daher die

Patentansprüche

1. Ultraschallwandler, insbesondere für den Einsatz als
Sender und Empfänger in Puls-Echo Anwendungen, bei dem
5 eine Membran (2) in einer Halterung (1) angeordnet und
eine piezoelektrische Scheibe (3) auf einer rückseitigen
Hauptfläche der Membran (2) aufgebracht ist,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe (3)
10 zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran (2)
beträgt, wobei eine Restfläche der Membran (2) nicht von
der piezoelektrischen Scheibe (3) bedeckt wird,
und ein erster Stoff (4) derart auf die rückseitige
Hauptfläche der Membran (2) mit der piezoelektrischen
15 Scheibe (3) aufgeschäumt ist, daß die piezoelektrische
Scheibe (3) und die Restfläche der Membran (2) von dem
ersten Stoff (4) vollständig bedeckt sind.
2. Ultraschallwandler nach Anspruch 1,
20 dadurch gekennzeichnet,
daß die Halterung (1) zusammen mit der Membran (2)
einstückig aus einem Material gefertigt ist.
3. Ultraschallwandler nach Anspruch 2,
25 dadurch gekennzeichnet,
daß das Material Aluminium oder eine Aluminiumlegierung
ist.
4. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 3,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Halterung (1) mit der Membran (2) eine
topfförmige Struktur bildet.

GEÄNDERTES BLATT

5. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß zur Erzeugung einer Mittenfrequenz von 70 kHz der
Membrandurchmesser 8.85 ± 0.02 mm, die Membrandicke 0.83
5 ± 0.02 mm und die Keramikdicke 0.26 ± 0.01 mm betragen.
6. Ultraschallwandler nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine zylinderförmige Halterung (1) mit einer
10 Wandstärke von mindestens 2.85 mm und einer Höhe von ca.
6 mm eingesetzt wird.
7. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß die piezoelektrische Scheibe (3) auf die Membran (2)
aufgeklebt ist.
8. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß die piezoelektrische Scheibe (3) eine Piezokeramik
ist.
9. Ultraschallwandler nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
25 daß die Piezokeramik eine relative
Dielektrizitätskonstante von > 2500 , einen
elektromechanischen Kopplungsfaktor von > 0.5 und eine
mechanische Güte von < 300 aufweist.
- 30 10. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus offenzelligem, weichem
Material besteht.

11. Ultraschallwandler nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus Polyurethanschaum oder
5 Silikonschaum besteht.
12. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß der erste Stoff (4) aus Polyurethanschaum mit einer
10 Stauchhärte von < 9 kPa und einem akustischen
Verlustfaktor von < 1.0 besteht.
13. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
15 daß auf dem ersten Stoff (4) ein zweiter Stoff (5)
vorgesehen ist.
14. Ultraschallwandler nach einem der Ansprüche 1 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
20 daß eine erste Elektrode der piezoelektrischen Scheibe
(3) über die Membran (2) und die Halterung (1) mit Masse
verbunden, und eine zweite Elektrode der
piezoelektrischen Scheibe (3) über einen dünnen am Rand
der Scheibe angelöteten Draht (9) kontaktiert ist.
25
15. Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers mit
folgenden Verfahrensschritten:
Herstellung einer topfförmigen Halterung (1) aus
Aluminium oder einer Aluminiumlegierung, deren Boden
30 eine Membran (2) bildet,
Aufkleben einer piezoelektrischen Scheibe (3) auf die
Rückseite der Membran (2), so daß ein mechanischer und
elektrischer Kontakt zur Membran (2) hergestellt wird,

Auflöten eines Endes eines dünnen Drahtes (9) auf die piezoelektrische Scheibe (3),

5 Aufschäumen eines ersten Stoffes (4) in der topfförmigen Halterung (1) auf die Rückseite der Membran (2), so daß Membran (2) und piezoelektrische Scheibe (3) von dem ersten Stoff (4) vollständig bedeckt sind.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet,

10 daß auf den ersten Stoff (4) ein zweiter Stoff (5) aufgebracht wird, der die Ausbreitung einer Schallwelle entgegen der gewünschten Richtung der abstrahlenden Membran (2) verhindern soll.

15

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts EL/Gg/ri 9817	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE 98/03297	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 03/11/1998	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 10/12/1997
Anmelder FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG et al.		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

ULTRASCHALLWANDLER MIT TOPFÖRMIGER HALTERUNG

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der **Zeichnungen** ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

Feld III

WORTLAUT DER ZUSAMMENFASSUNG (Fortsetzung von Punkt 5 auf Blatt 1)

Die Zusammenfassung wird wie folgt geändert:
Zeile 8,10,11,16 : nach "Membran" ist "(2)" einzufügen;
Zeile 9 : nach "Scheibe" ist "(3)" einzufügen (2X);
Zeile 11: nach "Stoff" ist "(4)" einzufügen;
Zeile 16: nach "Piezokeramik" ist "(3)" einzufügen.

INTERNATIONALE RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03297

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G10K9/122

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G10K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 196 01 656 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 24. Juli 1997 siehe Spalte 3, Zeile 3 - Zeile 21; Abbildung 1 ---	1-4, 7, 13-16
A	DE 34 41 684 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 15. Mai 1986 siehe Seite 5, Zeile 1 - Zeile 9 siehe Seite 5, Zeile 27 - Zeile 31; Abbildung 1 ---	1-5, 8, 10, 13-16
A	US 5 648 697 A (PIRRUNG JURGEN ET AL) 15. Juli 1997 siehe Spalte 2, Zeile 42 - Zeile 53; Abbildung 1 -----	1-4, 10, 13

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. April 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/04/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03297

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19601656 A	24-07-1997	WO 9726646 A	24-07-1997
DE 3441684 A	15-05-1986	NONE	
US 5648697 A	15-07-1997	DE 4329055 A	02-03-1995
		DE 59407812 D	25-03-1999
		WO 9506937 A	09-03-1995
		EP 0715755 A	12-06-1996

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/03297

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G10K9/122

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G10K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 196 01 656 A (ITT AUTOMOTIVE EUROPE GMBH) 24 July 1997 see column 3, line 3 - line 21; figure 1 ---	1-4, 7, 13-16
A	DE 34 41 684 A (SWF AUTO ELECTRIC GMBH) 15 May 1986 see page 5, line 1 - line 9 see page 5, line 27 - line 31; figure 1 ---	1-5, 8, 10, 13-16
A	US 5 648 697 A (PIRRUNG JURGEN ET AL) 15 July 1997 see column 2, line 42 - line 53; figure 1 -----	1-4, 10, 13

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 April 1999

Date of mailing of the international search report

13/04/1999

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03297

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19601656 A	24-07-1997	WO 9726646 A	24-07-1997
DE 3441684 A	15-05-1986	NONE	
US 5648697 A	15-07-1997	DE 4329055 A	02-03-1995
		DE 59407812 D	25-03-1999
		WO 9506937 A	09-03-1995
		EP 0715755 A	12-06-1996

DEUTSCHES PATENTAMT

München, den 25. März 1998

(089) 2195 - 2822

Aktenzeichen: 197 54 891.1-31

Anmelder:
Fraunhofer Gesellschaft zur
Förderung der angewandten..

Ihr Zeichen: 9013 El/Gg/ri

Deutsches Patentamt - 80297 München

Patentanwälte
Henkel, Feiler & Hänzel
Möhlstr. 37

81675 München

B 20.04.98 ✓

UT 04.08.98 ✓

LT 14.08.98 ✓

Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei
allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt ☒ und/oder ausgefüllt

#224743

not

Prüfungsantrag, wirksam gestellt am 10. Dezember 1997

Eingabe vom

eingegangen am

Die Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist

von vier Monaten

gewährt, die mit der Zustellung beginnt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigelegt werden (z.B. Patentansprüche, Beschreibung, Beschreibungsteile, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Patentansprüche, die Beschreibung oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Patentamt vorgeschlagen sind, im einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

☒ In diesem Bescheid sind folgende Entgegenhaltungen erstmalig genannt (Bei deren Numerierung gilt diese auch für das weitere Verfahren):

Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer nach dem 1. Januar 1987 mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbescheid fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patentamt und den Patentauslegestellen erhältlich ist.

P 2401.1
(EDV-L)
07/97

Annahmestelle und
Nachbriefkasten
nur
Zweibrückenstraße 12

Schnellbahnanschluß im
Münchner Verkehrs- und
Tarifverbund (MVV):

Dienstgebäude
Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude)
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)
Winzererstraße 47a/Saarstraße 5

Winzererstraße 47a / Saarstraße 5:
U2 Hohenzollernplatz

Hausadresse (für Fracht)
Deutsches Patentamt
Zweibrückenstraße 12
80331 München

Zweibrückenstraße 12 (Hauptgebäude), Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof):
S1 - S8 Isartor

Telefon (089) 2195-0
Telefax (089) 2195-2221
Telex 5 23 5 34
Internet-Adresse <http://www.deutsches-patentamt.de>

Bank:
Landeszentralbank München 700 010 54 (BLZ 700 000 00)

- (1) DE 296 14 691 U1
- (2) JP 59 - 175 299 A (mit Abstract)
- (3) DE 92 04 734 U1

Aus (1), Figur mit Beschreibung, ist ein Ultraschallwandler bekannt, bei dem eine Membran 1 in einer Halterung 8, 18 angeordnet und eine piezoelektrische Scheibe 2 auf einer rückseitigen Hauptfläche der Membran aufgebracht ist. Der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe 2 ist dabei kleiner als der Durchmesser der Membran. Wie sich außerdem aus (1), Anspruch 6 ergibt, ist auch dort auf der rückseitigen Hauptfläche der Membran 1 ein erster Stoff (Filzkissen 3 bzw. Knetmasse 4) angebracht.

Der Gegenstand des vorliegenden Patentanspruchs 1 unterscheidet sich somit von (1) lediglich dadurch, daß der Durchmesser der piezoelektrischen Scheibe zwischen 60% und 85% des Durchmessers der Membran liegen soll und daß der erste Stoff aufgeschäumt sein soll. Das erste Merkmal kann der hier vorauszusetzende Fachmann jedoch unter Beachtung des gewünschten Öffnungswinkels der Schallkeule des Wandlers vorsehen, das zweite Merkmal unter Beachtung der Forderung nach einer kostengünstigen Fertigung des Wandlers. Eine erfinderische Tätigkeit ist bei beiden Merkmalen nicht zu erkennen.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ergibt sich damit in naheliegender Weise aus dem aus (1) bekannten Stand der Technik.

Der Patentanspruch 1 ist damit nicht gewährbar; damit sind auch die Ansprüche 2 bis 14 nicht gewährbar.

Der Anspruch 15 richtet sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Ultraschallwandlers; erfinderische Merkmale sind dabei jedoch nicht zu erkennen, vielmehr entspricht das Verfahren einer notwendigen Abfolgen von Montageschritten, die durch den Aufbau vorgegeben ist. Der Anspruch 15 ist damit ebenfalls nicht gewährbar; damit ist auch der Anspruch 16 nicht gewährbar.

Zum Stand der Technik hinsichtlich der Wahl des Durchmessers der piezoelektrischen Scheibe bezüglich der Membran wird auf (2), Abstract verwiesen. Schließlich wird noch (3), insbesondere Figur 1 mit Beschreibung genannt.

Sofern die Anmelderin der Meinung sein sollte, daß der Anmeldungsgegenstand noch Merkmale bzw. Maßnahmen aufweist, denen eine die Patentfähigkeit begründende Bedeutung zukommt, wird anheimgestellt, dies unter Angabe der Gründe ausführlich darzulegen und einen darauf gerichteten neuen Hauptanspruch sowie an diesen angepaßte Unteransprüche einzureichen.

Aufgrund der vorliegenden Unterlagen kann die Erteilung eines Patents nicht in Aussicht gestellt werden.

Prüfungsstelle für Klasse H 04 R

Dipl.-Ing. Süßmuth

Hausruf: 3492

Anlagen:

Abl.v. 3 Entgegenhaltungen (zweifach)

Zr.



Ausgefertigt

Miller

Regierungsangestellte